

Hvordan kan STEM-undervisning håndteres?



Sebastian Horst,
MONAs redaktion
og Institut for
Naturfagenes
Didaktik, Køben-
havns Universitet



Kjeld Bagger Laursen,
MONAs redaktion og
Institut for Naturfagenes
Didaktik, Københavns
Universitet

Abstract: *STEM er en samlebetegnelse for områderne naturfag, teknologi, ingeniørvidenskab og matematik. I denne tekst laver vi en dansk introduktion til en forståelse af STEM-undervisning som Jacob Pleasants fra USA har beskrevet i sin artikel "Inquiring into the Nature of STEM Problems" fra 2020. Vi finder nemlig denne tilgang interessant og brugbar i danske sammenhænge. Pleasants' artikel undersøger karakteren af STEM-problemer med det mål at højne effekterne af STEM-undervisningen i grundskole og gymnasium. En nøglekonklusion er at mange integrerede STEM-undervisningsindsatser har en tendens til at fokusere på STEM-problemer som er rammesat ret snævert, og som ikke lægger nok vægt på sociale, kulturelle, politiske eller etiske aspekter. Artiklen giver adskillige eksempler, alt sammen ud fra en grundholdning om at hvis STEM-undervisning skal forberede eleverne til at forholde sig meningsfuldt til komplekse problemer i den virkelige verden, bør der lægges mere vægt på en tilgang der favner de ikke-STEM-dimensioner der ligger i disse problemer.*

Indledning

Det er blevet ret almindeligt at bruge betegnelsen STEM som står for Science, Technology, Engineering & Mathematics. Blandt meningsdannere, politikere og andre beslutningstagere tales ofte om hvordan det er afgørende at få flere unge til at vælge STEM-uddannelser, dvs. kompetencegivende uddannelser inden for disse områder – fordi erhvervslivet efterspørger det, fordi vi ellers kommer til at mangle dem, og fordi man ser det som en forudsætning for vækst og fremgang i samfundet helt generelt at der bliver uddannet nok inden for disse felter.

Men STEM bruges også oftere i sammenhæng med ordet undervisning, dvs. STEM-undervisning. Fagbladet for naturfagsundervisere i grundskolen har lige skiftet navn til "STEM-undervisning". Der er lavet en ny kandidatuddannelse i STEM-undervisning som en overbygning til folkeskolelæreruddannelsen (www.studier.ku.dk/stem). På Big Bang-konferencen i april var der mange oplæg med fokus på STEM-undervisning. Og her i MONA har der efterhånden også været en del tekster om STEM-undervisning.

Denne artikels forfattere, som begge er i redaktionen for MONA, synes at det kunne være givtigt at vi får drøftet hvad vi egentlig forstår ved STEM-undervisning: Er det en særlig slags undervisning? Er det bare al undervisning med en eller anden kombination af S, T, E og M? Skal alle bogstaver indgå (i lige omfang) før det er STEM-undervisning?

Som et bud på svar på disse spørgsmål har vi fundet en artikel af Jacob Pleasants (Pleasants, 2020), og den tillader vi os her at formidle på dansk. Interesserede læsere opfordres naturligvis til at gå til kilden, dvs. selve artiklen – se referencelisten til sidst.

Hvad er formålet med STEM-undervisning?

Den voksende interesse for STEM og for integreret STEM-undervisning bæres i høj grad frem af en tro på værdien af at eleverne giver sig i kast med komplekse STEM-problemer (“STEM problems”) der går på tværs af flere felter. Som Pleasants udtrykker det:

“Et ambitiøst og væsentligt mål for STEM-undervisning er at forberede elever på personligt og samfundsmæssigt relevante problemer som de sandsynligvis vil møde i en verden der er gennemgribende præget af STEM-områder. Når det nu er sådan, må STEM-undervisnings-’samfundet’ eftersøge større klarhed om disse problemers natur, såvel som hvilke slags problemer eleverne rimeligvis udsættes for i STEM-undervisning.” (Pleasants, s. 851, vores oversættelse)

Ordet “problem” har mange betydningsnuancer, også på dansk, men den væsentligste og mest relevante her er simpelthen “opgave”, som i fx matematikopgave. Også muligheden “projekt” er relevant. Vi har valgt her at bruge den samme glose som Pleasants, dvs. når vi skriver “problem”, skal det forstås i bred forstand som noget elever arbejder med i undervisningen.

Pleasants’ overordnede mål er altså at afklare arten af disse STEM-problemer og at differentiere STEM-problemer fra andre slags problemer. Han vil gerne højne effekterne af STEM-undervisningen på det primære og sekundære skoleniveau. Han opbygger et analyseapparat, en typologi, der placerer STEM-problemer inden for både STEM-felter og ikke-STEM-felter, og som også identificerer og beskriver STEM-problemernes karakteristika. Typologien og disse karakteristika anvendes derefter på forskellige tilgange til STEM-undervisning. En nøglekonklusion er at mange integrerede STEM-undervisningsforløb har en tendens til at fokusere på snævert indrammede STEM-problemer som ikke lægger vægt på sociale, kulturelle, politiske eller etiske aspekter. Der findes imidlertid andre undervisningstilgange som indbefatter disse udeladte aspekter. Artiklen giver adskillige eksempler, alt sammen ud fra en grundholdning om at hvis STEM-undervisning skal forberede eleverne til

at forholde sig meningsfuldt til komplekse problemer i den virkelige verden, så bør der lægges mere vægt på tilgange der favner de ikke-STEM-dimensioner der ligger i disse problemer.

I bund og grund er artiklen en begrebsafklaring om den del af problembaseret undervisning der kaldes *integreret STEM-undervisning*, altså undervisning hvor eleverne giver sig i kast med STEM-problemer der er *komplekse* i den forstand at de går på tværs af flere af de fagfelter som bogstaverne S, T, E og M står for. Ordet "kompleks" åbner også op for det der i virkeligheden er Pleasants' ærinde, nemlig som antydet ovenfor at muliggøre større vægt på sociale, kulturelle, politiske eller etiske aspekter.

Opgaven er at kaste lys over karaktertrækkene ved "STEM-problemer", og et første skridt er at beskrive hvad der karakteriserer selve akronymet STEM. Her når Pleasants den efterhånden lidet overraskende konklusion at det ikke er muligt at nå til enighed om en fuldt tilfredsstillende karakteristik af hvad akronymet egentlig står for. Det kan vi faktisk også genkende i den seneste tids artikler i MONA, fx (Schmidt, 2019) og (Sillasen et al., 2017). Men lad os lade den side af sagen ligge og gå videre til afdækningen af hvad STEM-problemer er. Hermed godtager vi altså Pleasants' argument for at koncentrere sig om STEM-problemer, altså ansue begrebsdannelsen på en slags "mikroniveau", nemlig ud fra de konkrete opgaver der dukker op inden for en STEM-undervisningssammenhæng.

Udgangspunktet er naturligt nok at der vitterlig er mange problemfelter i den virkelige verden som er større end det enkelte naturvidenskabelige område, ja endda større end hvad alle de naturvidenskabelige felter kan gabe over i fællesskab. For at kunne håndtere disse større udfordringer i undervisningssammenhænge må vi afdække karakteristika ved STEM-problemer der kan bruges af undervisere og undervisningsplanlæggere til at afgøre om et givet problem fortjener at blive opfattet som et STEM-problem.

Pleasants finder det nødvendigt og brugbart at opridse hvad der er karakteristisk for problemstillinger inden for de enkelte STEM-områder, altså for naturvidenskabelige problemstillinger og tilsvarende for matematiske, for teknologiske og til sidst for engineering-problemer. Det beskriver vi i næste afsnit.

I afsnittet herefter tager Pleasants fat på opbygning af en typologi hvis rammer specificeres ved en indkredsning af signifikante karaktertræk ved STEM-problemer, specielt med henblik på hvad disse karaktertræk betyder for STEM-undervisning. Efter således at være blevet udstyret med en forståelse af hvad STEM-problemer er, skal vi se på hvordan Pleasants bringer denne indsigt i spil i STEM-undervisning. Vi ønsker at dvæle mest ved denne del: Her er der nemlig pointer der er direkte relevante for STEM-undervisningens praksis – udtrykket af ganske få konkrete cases – og det er således vores teksts sidste afsnit.

Hvad karakteriserer STEM-problemer?

Pleasants' beskrivelser er korte karakteristikkter som er formuleret så man kan se både forskellene og berøringsfladerne mellem de enkelte felter, og vi nøjes derfor her med at citere hans sammendrag i vores oversættelse. Det er med vilje at områderne ikke tages i S-T-E-M-rækkefølgen, men i stedet så lighedspunkter og forskellene mellem fagområderne illustreres bedst muligt. De fire beskrivelser diskuteres derefter under et, først med hovedvægt på fordele ved flerfaglighed, derefter med vægt på fordele ved fagspecifikke perspektiver.

- **Naturvidenskabelige problemer:** Naturvidenskab beskæftiger sig med problemfelter der angår viden om naturen. Viden omfatter grundlæggende idéer såvel som anvendelser af disse idéer i naturen.
- **Matematiske problemer:** Matematik beskæftiger sig med problemfelter der angår viden om matematiske størrelser (på engelsk *mathematical entities*). Viden omfatter grundlæggende idéer om egenskaber ved og forbindelser mellem disse matematiske størrelser såvel som spørgsmål om hvordan disse idéer kan anvendes.
- **Teknologiske problemer:** Teknologiske problemer handler om at muliggøre visse menneskehandlinger ved at skabe objekter, systemer og processer eller ved ny brug af disse.
- **Engineering-problemer:** Engineering-problemer udgør en delmængde af de teknologiske problemer hvor der fokuseres på funktionelt design, udvikling og analyse af teknologiske objekter og systemer.

Det er klart at de fire STEM-felter er markant forskellige. Men der er naturligvis utallige måder de interagerer med hinanden på, bl.a. fordi problemer på et af områderne ofte leder til problemer på et eller flere af de andre. Tænk bare på det klassiske samspil mellem fysik og matematik. Eller tænk på behovet for energi, som gennem hele menneskets historie (vandkraft, vindkraft, atomkraft) har afhængt af et spil mellem fysiske love og engineering og teknologi. Så man kan mene at STEM-betegnelsen dukker op nærmest af sig selv – og at S, T, E og M er helt oplagt at sætte sammen fordi felterne rent faktisk samarbejder så meget. Men det betyder naturligvis ikke at faggrænser og fagspecifik viden og færdighed er overflødige eller ikkeeksisterende, for det enkelte STEM-felt har jo gennemgået så rig en udvikling at det med sine teorier og metoder kan yde værdifulde bidrag til løsningen og forståelsen af også meget sammensatte problemer.

Pointen her er at selvom vi bruger STEM-betegnelsen, så må vi ikke glemme forskellene mellem de fire felter. Alle der er uddannet inden for dem, ved jo godt at der er forskelle. Det er måske nærmere ikke-STEM-uddannede (fx politikere, som jo sjældent har STEM-uddannelser bag sig) der kan have sværere ved at se forskellene.

Typologi for STEM-problemer

Nu kan vi så gå til det konkrete. Tabel 1 giver en række eksempler på komplekse problemfelter som involverer mere end ét STEM-felt.

Tabel 1. *Eksempler på STEM-problemer.*

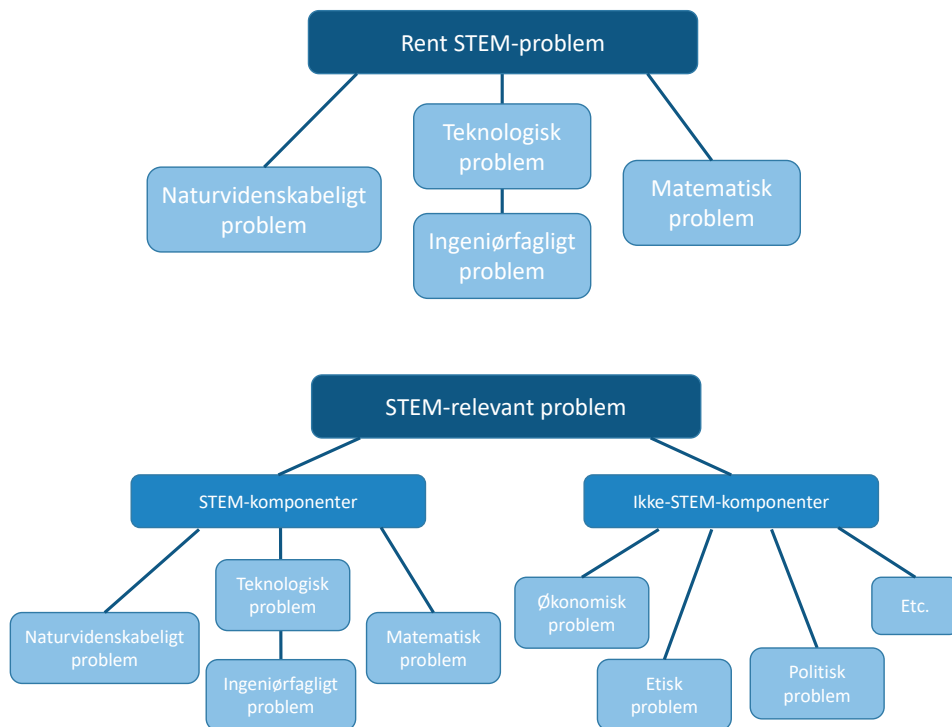
• Problemer om at designe vindmøllebaserede energisystemer
• Problemer om at sikre rent vand
• Problemer om at tage vare på sårbare økosystemer
• Problemer om at tage vare på miljøet
• Problemer om at udvikle infrastrukturen bredbånd, energiforsyning og transport
• Problemer om at tage vare på og forbedre folkesundheden
• Problemer om at fremme økonomisk vækst
• Problemer om national sikkerhed

For at kunne give substans til ordet *involvere* vælger Pleasants at tænke på det enkelte STEM-felts involvering ud fra en opdeling af det foreliggende komplekse problem som en “blanding” af overlappende delproblemer. Hvis et af disse delproblemer kan opfattes som et naturvidenskabeligt problem, et matematisk problem, et teknologisk problem eller et engineering-problem, så kan delproblemet tackles med det pågældende felts værktøjer. Anskuet på den måde kan det komplekse problem så placeres inden for et kompleksitetshierarki og opfattes som sammensat af delproblemer. Men den tilgang er vanskeliggjort af at der ofte dukker både STEM- og ikke-STEM-felter op ved delproblemopdelingen. Figur 1 forsøger at vise dette.

Tag fx problemet om at sikre rent vand: Det indeholder engineering-problemer, både hvad angår rensning af urent vand, og hvad angår beskyttelsen af vands renhed. Og det indeholder naturvidenskabelige problemer om forskellige kemikalier i vandet, om deres indbyrdes forbindelser med hinanden og med helbredsspørgsmål. Men der er også legitime problemer af politisk karakter, fx ang. kontrollen med vandforsyning, og af etisk karakter (såvel som af økonomisk karakter) ang. ansvaret for forurening.

Vi fortsætter opbygningen af Pleasants’ typologi ved at dvæle lidt ved et andet af problemerne i tabel 1, vindmøllebaserede energisystemer. Her er to forskellige måder at italesætte problemet:

1. Vi ønsker at udvikle en vindmølleteknologi som producerer store energimængder under lave omkostninger, og som gør det med minimal indvirkning på det lokale miljø.
2. Vi ønsker at udvikle en vindmølleteknologi som i økonomisk, miljømæssig og social velfærdshenseende er til gode for lokalsamfundet. Vi ønsker at benytte teknologier der bringer fremskridt for de lokale interessenter og samtidig minimerer negative effekter for dem.



Figur 1. Pleasants' måde at vise forskellen på STEM-problemer og STEM-relevante problemer. Delproblemer i de lyseblå kasser kan både være i ental og flertal.

Formulering 1) er et rent STEM-problem, ifølge Pleasants: Det kan dekomponeres fuldstændigt i delproblemer som tilhører et af STEM-felterne. Formulering 2) er et eksempel på et STEM-relevant problem, som Pleasants vælger at kalde det, fordi formuleringen indebærer at der er delproblemer i alle STEM-områderne, men der er adskillige aspekter som peger på ikke-STEM-problem-formuleringer – altså problemer der strengt taget ligger uden for STEM-felterne.

Det er værd at lægge mærke til at mange af tabel 1's virkelige-verdens problemer som er blevet brugt til at motivere selve STEM-undervisningens berettigelse, faktisk

snarere er STEM-relevante end rene STEM-problemer. Kategorien STEM-relevante problemer er lettest forståelig hvis læseren kaster et blik på figur 1.

I denne sammenhæng er det også værd at gøre opmærksom på at der også findes ikke-STEM-problemer. Her er et par eksempler som ikke er direkte forbundet til naturvidenskab, engineering eller matematik:

- Eksempel A: Fremstilling af keramik har foregået i tusindvis af år. Meget af det foregår i stor skala på højteknologisk maskineri, men meget foregår også som håndarbejde. For keramikeren eller pottemageren drejer det sig om at lave genstande som opfylder håndværkerens funktionelle og æstetiske krav. Færdiggørelsen kræver indgående kendskab til og brug af relevante teknologier (drejeskiver, ovne).
- Eksempel B: Boligmangel er mange steder et problem. En markant del af problemet har med lighedsprincipper at gøre fordi det ikke kun drejer sig om udbud og efterspørgsel: Forskellige etniske og økonomiske grupper har ikke samme adgangsmuligheder. Så problemet omfatter også hvordan ligelig adgang til en bolig defineres og administreres, og hvad lokalsamfundet kan gøre for at fremme ligeligheden.

Karaktertræk ved STEM-problemer

Pleasants trækker på erfaringerne fra moderne videnskabsteori ved at være skeptisk over for mulighederne for at indkredse de nødvendige/tilstrækkelige betingelser for et problem for at det er et STEM-problem. I stedet eftersøger han et sæt "familieligheder" eller "familietræk" ud fra en erkendelse af at en bestemt familielighed kan identificere et væsentligt træk ved et STEM-problem uden nødvendigvis at være til stede i ethvert STEM-problem. Og tilsvarende kan et problem have et bestemt STEM-familietræk og alligevel være et ikke-STEM-problem. Hans udpegede familietræk fremgår af tabel 2. Brugen af familietræk-beskrivelsen betyder så at et foreliggende problem er et STEM-problem hvis det opfylder hver af de fem kriterier i tabel 2, men graden af det enkelte kriteries opfyldelse er lidt uspecificeret, som bl.a. tilstedeværelsen af "i forgrund" angiver.

Tabel 2. *Karaktertræk ved STEM-problemer.*

1. Ny teknologi i forgrund
2. Viden om S-T-E-M i forgrund
3. S-T-E-M-metoder i forgrund
4. Kontekstspecifitet
5. Reduktivitet

Lidt ordforklaring er på sin plads her. “Ny” teknologi er valgt i stedet for “innovativ” for også at kunne inkludere teknologier der er nye uden nødvendigvis at være decideret radikalt nyskabende. Vendingen “i forgrund” skal forstås som “fremtrædende” på samme måde som familiefotos kan være domineret af de personer der sidder forrest. Pleasants anfører som eksempel på et problem som kriterium 1 udelukker fra at være et STEM-problem, det keramiske eksempel A ovenfor: Den keramiske industri og håndværket er ikke domineret af anvendelse af *ny* teknologi.

Bemærk dernæst også at der står S-T-E-M, ikke STEM. Det skal forstås på den måde at kriteriet er at der på fremtrædende plads skal indgå viden, henholdsvis metoder fra *både* S, T, E og M. Dermed er både 2) og 3) forståelige. Det kan umiddelbart virke som kriterier der udelukker en hel masse problemer, og det er også muligt, men Pleasants finder det mere konstruktivt at tænke på STEM-problemer på denne lidt eksklusive måde, bl.a. for at huske på at de fire felter er forskellige. Og bare fordi noget er et S-problem (altså fx handler om at opnå viden om naturen), så er det ikke formålstjenligt at tale om det problem som om det også er et STEM-problem. Det forhindrer jo ikke at man samtidig kunne tale om ST-problemer eller SM-problemer osv. Vi kan sammenligne med mængdelære på den måde at STEM-problemer ikke er foreningsmængden, men fællesmængden for S, T, E, og M, ifølge Pleasants.

Kriterium 4) skal opfattes således: Håndteringen af problemet kan kræve generelle metoder og viden fra S-T-E-M, men problemet har et konkret indhold, som fx eksemplificeret i vindmølleproblemet nævnt tidligere. Det kommer af at teknologiske og ingeniørfaglige problemer altid er (bør være?) følsomme over for økonomiske, teknologiske og sociale omstændigheder.

Og endelig er der kriteriet om reduktivitet. Dets tilstedeværelse på listen har at gøre med behovet for at kunne operere på undervisnings- og læringsmæssigt overskueligt niveau. Kast blot et blik på de to vindmølleproblemsrammesætninger 1) og 2). De udgør hver sin anvendelse af reduktivitetskravet. Mere generelt, så er STEM-aktiviteter der involverer matematisk modellering, altid nødt til at anvende reduktivitet eftersom det ligger i selve idéen i modellering: Man oversætter og reducerer virkeligheden til en model der fokuserer på bestemte aspekter af virkeligheden.

Eksempler og implikationer for undervisning

Pleasants’ mål med det præsenterede analytiske værktøj er at sætte lærere og lærebogsforfattere i stand til at udvikle og bruge konkrete forløb indeholdende gode og relevante rene STEM-problemer såvel som STEM-relevante problemer.

For at give inspiration har Pleasants samlet eksemplerne i tabel 3, som han betragter som rene STEM-problemer – bortset fra at der i nogle eksempler er en vis opmærksomhed på sociale aspekter af problemet, men denne opmærksomhed er ikke i forgrunden.

Tabel 3. *Eksempler på engineering design-problemer i amerikanske lærebøger og i faglitteraturen.*

Cook et al. (2015)	Lav en kunstig hånd til en person der ikke kan skrive på maskine
Ewalt et al. (2015)	Design en måde at bruge en gammel losseplads på så den ikke bliver overfyldt med måger Lav en Storm P.-maskine der kan gøre noget Lav en vandraket der skyder længst Lav en modelbil der kører hurtigt Byg en bro
Moore & Tank (2014)	Lav et hjem til en hamster Design en måde at organisere en legetøjskasse på
Siverling et al. (2019)	Design en kølebeholder som en lystfisker kan bruge til at holde sin fangst kold i Find på en metode til at udtrække mest mulig DNA af jordbær

Når det så handler om beskrivelsen af STEM-relevante problemer, dukker de såkaldte socio-scientific issues, socio-naturvidenskabelige problemer, op. Den problemkreds har på dansk fået det lidt mere mundrette, men egentlig misvisende navn socio-vi-
denskabelige problemer, jf fx (Nielsen, 2013). I tabel 4 er Pleasants' eksempler på disse.

Pleasants diskuterer også den dybere spænding der ligger i om elever først og frem-
mest skal møde rene STEM-problemer eller snarere mere komplekse STEM-relevante
problemer. Det handler også om hvad man forstår ved naturfaglig dannelse (*scientific
literacy*), som man kan have forskellige visioner for. Nogle vil mene at man skal foku-
sere på en "indenfor fagene"-forståelse af naturfaglig dannelse. Andre lægger vægt
på at elever kan engagere sig i komplekse problemer der også inddrager ikke-STEM-
felter, fx politiske, økonomiske eller etiske. Pleasants mener at kunne iagttage en
tendens til fokus på rene STEM-problemer med især det ingeniørfaglige i forgrunden
samtidig med at man begrundet vigtigheden af STEM-undervisning med problemer
der tydeligvis involverer ikke-STEM-felter. Hvis man begrundet STEM-undervisning
med argumenter om at eleverne skal arbejde med problemer der viser det komplekse
samspil mellem STEM-felter og ikke-STEM-felter, så er det jo ikke nok rent faktisk
udelukkende at lave undervisning om rene STEM-problemer.

Tabel 4. *Eksempler på socio-videnskabelige problemer der kan bruges som STEM-relevante problemer.*

Sadler, T.D. & Zeidler, D.L. (2005)	Bør man bruge genterapi til at udrydde Huntingtons sygdom i fostre? Hvad med at rette nærsynethed? Bør kloning være tilladt som en reproduktiv mulighed? Hvad med produktion af transplanterbare organer?
Kolstø, S.D. (2006)	Risici og fordele i forbindelse med udbygning af det elektriske forsyningsnet
Fowler, S.R., Zeidler, D.L. & Sadler, T.D. (2009)	Udfordringer ved brug af stamcelleforskning og sygdomsbehandling Spørgsmål om dyrerettigheder i forhold til farmaceutiske test og medicinsk forskning Risici og fordele ved brugen af vaccine til forebyggelse af sygdomme
Dawson, V.M. & Venville, G. (2010)	Må der dyrkes og sælges genmodificerede tomater? Hvordan skal en rådgiver håndtere en situation hvor faderen til fosteret er ukendt?

Tre måder at opstille et problem på

Pleasants går herefter over til at illustrere hvordan lærere kan gå til arbejdet med at lave forskellige udgaver af undervisningen på. En lærer i udskolingen skal planlægge et forløb om vands kredsløb, erosion og oversvømmelse. Skolen ligger i en by med en flod som af og til går over sine bredder med ret store ødelæggelser til følge, så læreren tænker at det kunne være et godt udgangspunkt for eleverne, og skal nu rammesætte forløbet. De tre afsnit nedenfor illustrerer en ikke-STEM-tilgang, en ren STEM-tilgang og en STEM-relevant tilgang. Figur 2 illustrerer hvordan han tackler dette.

STEM-problem	
Teknologi	Hvilke nye teknologier fokuserer problemet på?
Kontekst	Hvilke aspekter af konteksten er væsentlige? Hvilke aspekter af konteksten kan forenkles?
Vidensgrundlag	Hvilket kendskab til naturvidenskab, teknologi, engineering og matematik skal eleverne have eller kunne få?
Metoder	Hvilke metoder fra naturvidenskab, teknologi, engineering og matematik trækkes der på?
Ikke-STEM-dimensioner	Hvilke ikke-STEM-dimensioner af problemet findes der? I hvor høj grad vil der blive lagt vægt på disse dimensioner?

Figur 2. *Analytisk rammesætning for STEM-problemer.*

En ikke-STEM-udgave

Eleverne ser en video der viser digerne i og nær byen. Opgaven er at designe en model for et effektivt dige. En række forskellige digebygningsmaterialer oplystes, hvad de hver især koster, og hvilke afprøvninger den designede model skal udsættes for. Eleverne skal så designe, bygge og teste deres model. Efter elevernes afprøvning af deres model gentages hele processen. Til sidst laver eleverne en rapport med det valgte design, og hvorfor de mener det er effektivt.

Dette problem er et ikke-STEM-problem, ifølge Pleasants. Ganske vist er det en undersøgelse af et teknologisk problem, og der er en kontekst i det, men det rejser ingen klare naturvidenskabelige eller matematiske problemer. Ej heller står det klart om det er et engineering-problem eller simpelthen noget der bliver flikket sammen.

En ren STEM-udgave

Eleverne ser en video der viser digerne i og nær byen. Læreren minder eleverne om at det for nylig har vist sig at digerne ikke er gode nok, og opgaven er nu at bestemme hvad der skal gøres ved digerne for at hindre fremtidige oversvømmelser. Læreren nævner også at det vil være særdeles dyrt at hæve digerne tilstrækkeligt, men måske kan man hæve dem blot så meget at risikoen bliver meget lav – og nøjes med at gøre det de steder hvor oversvømmelserne har ramt hårdest. Denne tilgang betyder at eleverne skal undersøge årsagerne til samt mønstrene i tidligere oversvømmelsesforløb, og at også flodens niveau historisk set skal kortlægges. De indsamlede data skal analyseres statistisk, og estimater for højde og hyppighed af fremtidige vandniveauer skal angives. Til sidst laver eleverne en rapport med argumenter for et design af et højere digesystem.

Denne udgave mener Pleasants kan give klare svar til alle spørgsmålene i figur 2's første fire kategorier. Den opstiller klart et teknologisk problem, og der er konkrete S, E og M-problemer i den. Den er reduktionistisk fordi der kun spørges til digehøjden. Ingen ikke-STEM-aspekter nævnes, så der er tale om ren STEM.

En STEM-relevant udgave

Læreren fortæller eleverne om hvad oversvømmelsers indvirkninger har været på byen historisk, og spørger om hvad byen egentlig bør gøre. Et naturligt spørgsmål kommer straks frem: Hvorfor sker der overhovedet oversvømmelser her? Og hvad slags oversvømmelser har byen været udsat for i tidens løb? Det kan belyses via historiske data. Næste skridt er at undersøge hvilke teknologier der hidtil har været anvendt for at afværge oversvømmelser og afhjælpe deres effekter, herunder også forsikringer, politiske beslutninger om byggezoner og digebygning. Disse tiltag skal

vurderes. Endvidere skal det undersøges hvad der er blevet gjort når oversvømmelser rammer: reparationer og udbygninger, byggevedtægter, støtteordninger osv. Hvordan og af hvem er omkostningerne blevet fordelt og betalt? Er disse tilgange optimale; hvem *burde* betale? Til sidst laver eleverne en rapport indeholdende en oversvømmelseskontrolplan som også afspejler elevernes holdninger til de undersøgte aspekter.

Denne udgave omfatter alt det der er i den rene STEM-udgave ovenfor. Dertil kommer at den eksplicit inkluderer de ikke-STEM-aspekter som vitterlig ligger i det generelle oversvømmelsesproblem. Det gør udgaven STEM-relevant.

Afrunding

Pleasants afslutter sin artikel med at opfordre til at afprøve værdien af figur 2 i praksis: Hjælper den tilgang faktisk lærere med at analysere eksisterende læremateriale og udvikle nyt? Bliver det tydeligere hvad man er ude på når man laver "STEM-undervisning"? Og hvad bliver elevernes udbytte? Pleasants mener selv at når vi helt berettiget argumenterer for at STEM-undervisning bidrager til at forberede børn og unge til et liv hvor STEM-felterne spiller kraftigt ind flere og flere steder, så må vi også være klare i mælet om hvad vi egentlig forstår ved STEM-undervisning. Vi håber ligesom Pleasants at den typologi og fremgangsmåde som her er præsenteret, kan bruges som samtaleværktøj, også blandt undervisere i Danmark.

Referencer

- Cook, K.L., Bush, S.B. & Cox, R. (2015). Engineering encounters: creating a prosthetic hand. *Science and Children*, 53(4), 80-86.
- Dawson, V.M. & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40(2), 133-148.
- Ewalt, K., Dortch, B. & Russell, V. (2015). See less sea-less seagulls: planning for an interdisciplinary STEM unit. *Science Scope*, 39(2), 18.
- Fowler, S.R., Zeidler, D.L. & Sadler, T.D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high schools science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279-296.
- Kolstø, S.D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689-1716.
- Moore, T.J. & Tank, K.M. (2014). Nature-inspired design: a PictureSTEM curriculum for elementary STEM learning. In *Annual Meeting of the Association of Science Teacher Educators*, San Antonio, TX.
- Museum of Science, Boston. (2007). *Engineering is elementary*. Boston, MA: Museum of Science.

- Nielsen, J.A. (2013). Gymnasieelevers sociovidenskabelige argumentation. *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (3). Hentet 24. april 2022 fra <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/35968>
- Pleasants, J. (2020). Inquiring into the Nature of STEM Problems. *Sci & Educ* 29, 831-855. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00135-5>
- Sadler, T.D. & Zeidler, D.L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Schmidt, J.R. (2019). Hvem definerer STEM i skolen og i skoleforskning? *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, 2019(2), 19. Hentet fra <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/114698>
- Sillasen, M.K., Daugbjerg, P.S. & Nielsen, K. (2017). Engineering – svaret på naturfagenes udfordringer?. *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (2). Hentet fra <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36656>
- Siverling, E.A., Suazo-Flores, E., Mathis, C.A. & Moore, T.A. (2019). Students' use of STEM content in design justifications during engineering design-based STEM integration. *School Science and Mathematics*, 119(8), 457-474.