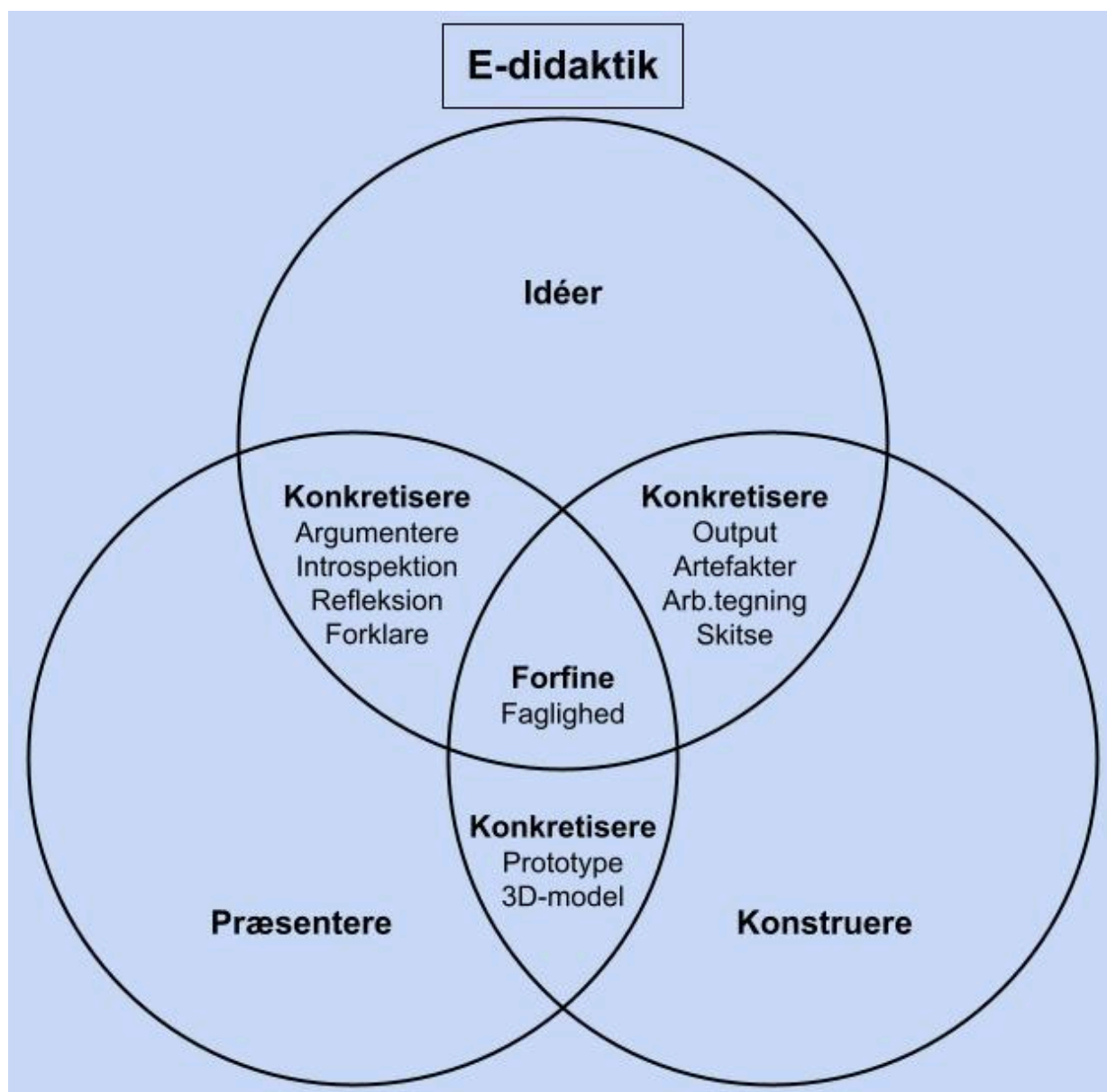


Forside

E-didaktik

Afgangsprojekt
Pædagogisk diplomuddannelse
Naturfagsvejleder



Bastian Kuke Larsen
2025

Indholdsfortegnelse

Forside	1
Indholdsfortegnelse	2
Indledning	4
Problemformulering	6
Metode og teori	6
Empiri	6
Spørgeskema	7
Interview	7
Uformelle observationsdata	7
STEM	7
EDP-modellen	7
6F-modellen	7
Iterative processer	8
Professionelle læringsfællesskaber	8
Collective Efficacy - kollektiv effektivitet	8
Begrebsafklaring	8
Empiri	8
Spørgeskema	8
Interview	9
Karl Tomms fire spørgsmålstyper	9
Positionering og Maturanas domæneteorier	11
Uformelle observationsdata	12
STEM	12
Definition af STEM	12
Præcisering af Engineering	13
EDP-modellen	14
Fra 5E- til 6F-modellen	15
5E-modellen	15
6F-modellen	15
Iterative processer	16
Professionelle læringsfællesskaber	17
Collective Efficacy - kollektiv effektivitet	17
Analyse	18
Data fra spørgeskema 1	18
Data fra spørgeskema 2	20
Data fra gruppeinterviewet	21
Uformelle observationsdata	23
STEM-forløb på hele 7. årgang	23
STEM-forløb i temaugle	23
Fagteamdagen	23
Efter interviewet	23

Diskussion	24
Spørgeskema 1	24
Spørgeskema 2	25
Interviewet	26
Fra 5E- over 6F- til 7F-modellen - og tilbage til EDP-modellen	28
Endelig udformning af den lokale engineering-model	28
Konklusion	30
Perspektivering	31
Litteraturliste	32
Bilag 1	34
DE FEM MODULER - titler og konklusioner	34
Bilag 2	35
STEM-PROJEKTET - lokale ambitioner	35
Bilag 3	36
Samlet oversigt af spørgsmålene fra spørgeskema 1+2	36
Bilag 4	37
Spørgeskema 1	37
Bilag 4 - fortsat -	38
Spørgeskema 1	38
Bilag 5	39
Data fra Spørgeskema 1	39
Bilag 6	40
Spørgeskema 2	40
Bilag 6 - fortsat -	41
Spørgeskema 2	41
Bilag 7	42
Data fra Spørgeskema 2	42
Bilag 8	43
Spørgeguide til gruppeinterview	43
Bilag 9	44
Resüme af transskription fra interview	44
Bilag 10	49
E-didaktik	49
Bilag 11	50
Faser på tværs af didaktiske modeller - med E-didaktik	50
Bilag 12	51

Indledning

På min skole lykkedes det en kollega og mig at starte skoleåret op med titlen som STEM-vejledere. Min kollega er normalt matematikvejleder og jeg er naturfagsvejleder. For ledelsen, og for os, er det vigtigt vi begge bevarer nogle af arbejdsopgaverne gemt i de tidligere definerede roller, hvorfor vores funktion også omtales som del af et STEM-projekt.

Min skole består af to matrikler, som reelt fungerer som to selvstændige skoler. Rollen som STEM-vejleder er i projektets første år målrettet udskolingen på min egen matrikel. Dog er der dette skoleår planlagt en fagteamdag i STEM i stedet for i naturfagene. Denne fagteamdag er for lærere fra begge matrikler, fra både mellemtrin og udskoling, og med en kombination af matematik og ét eller flere af fagene fra naturfagsrækken.

Ambitionen med vores STEM-projekt peger fint ind i de mere nationale ambitioner på området. Ser man f.eks. på de fem beskrevne indsatsområder i den daværende regerings 'National naturvidenskabsstrategi' fra 2018 (Undervisningsministeriet, 2018), så har min skole formået at arbejde med flere af disse på lokalt og kommunalt plan. Selvom denne strategi ikke pegede på STEM i folkeskoleregi, men i erhvervs- og gymnasieregi, så vil jeg påstå, at fokus på STEM i dag er mere aktuel end hidtil ikke mindst grundet evalueringsrapporten på det treårige teknologiprojekt (Børne- og undervisningsministeriet, 2021). Her var én af konklusionerne, at det pædagogiske personale peger på ønsket om teknologiforståelse som selvstændigt fag (Børne- og undervisningsministeriet, 2021, s. 95). Da dette endnu ikke er blevet politisk efterkommet, så vil jeg mene, at flere fokuser på STEM i folkeskoleregi er oplagt.

I "Kortlægning af folkeskolers arbejde med praksisfaglighed" svarer 71 procent af de adspurgte lærere, "...at praksisfaglig undervisning først og fremmest rummer et potentiale for højere elevmotivation" (Danmarks Evalueringsinstitut, 2023, s. 7). Da arbejdet med STEM typisk tager sit udgangspunkt i autentiske problemstillinger, som (helst) skal løses praksisfagligt, så har vi blot endnu et argument for større integration af og fokus på STEM i folkeskolens undervisning.

Også i mine egne skriftlige arbejder fra de foregående moduler på min uddannelse her (Bilag 1), er der konklusioner som peger ind i både behovet og nødvendigheden for en stærkere konsolidering af STEM. Undersøgelsesfeltet i modulet 'Undersøgelse af pædagogisk praksis' byggede på den i praksis observerede realitet; at "En større gruppe af eleverne vælger at arbejde uden for klasselokalet, når den faglige undervisning ikke har nogen direkte tilknytning til klasselokalet. Omvendt forholder det sig, hvis udgangspunktet for undervisningens indhold finder sted i f.eks. fysik/kemilaboratoriet..., hvor fagene er kraftigt ekspliciterede i form af materialeskabe, øvelsesborde mm." Heraf er det nærliggende at aflede, at når der i STEM-regi undervises i socio-scientific issues (Bruhn et al., 2022, s. 108), som der ofte gør, så ikke bare bør, men så *skal* relevante faglokaler inddrages.

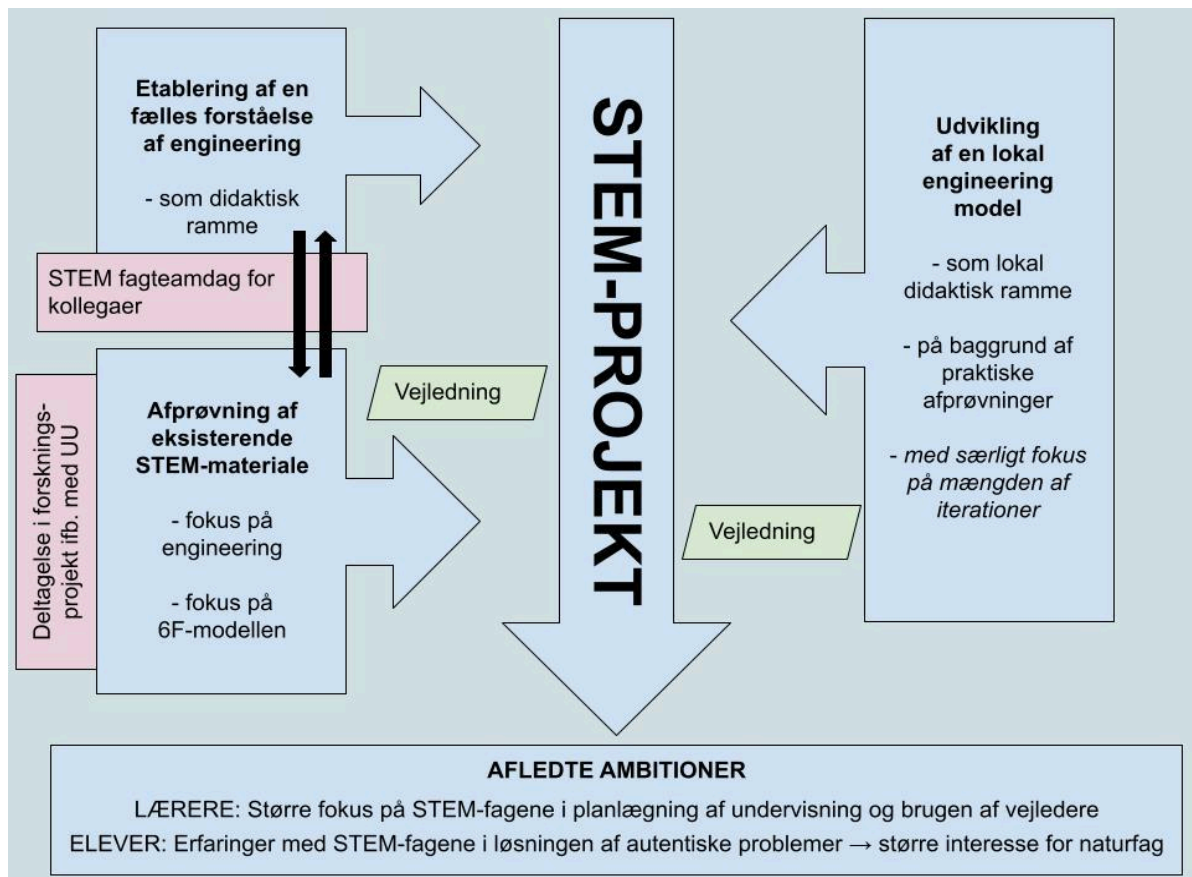
I forlængelse af ovenstående er det vigtigt for STEM-projektet at kunne pege på særligt ét indsatsområde for indeværende skoleår. Da fagene i naturfagsrækken, matematik og til dels teknologi er kendte størrelser for kollegerne, så er engineering udvalgt som det indsatsområde, der er fokus på i projektets første år. Dette skyldes, at det af flere opleves

som noget nyt og anderledes ift. den didaktiske planlægning af undervisningens indhold (Bilag 5). Dette peger også ind i, hvad andre lande (og deres forskning) vælger at fokusere på i forbindelse med implementeringen af STEM-praksis (Sillasen et al., 2017, s. 77).

Da én af mine tidligere vejledningsindsatser (Bilag 1) har resulteret i 'en rød tråd' i form af bl.a. en fælles udviklet lokal naturfaglig arbejdsmetode (Bilag 12), er ambitionen også denne gang en udvikling af en for kollegerne brugbar og konkret model. Etableringen af en sådan lokal model for den naturvidenskabelige arbejdsmetode gjorde, at den 'røde tråd' på min skole blev gjort operationel. En interkollegial forpligtelse om, at modellen skulle anvendes eksplicit i egen undervisning mindst én gang om året, ville hos eleverne sikre en genkendelighed på tværs af naturfagene, naturfagslærerne og klassetrin. I min afsluttende opgave på modulet 'Naturfagenes sammenhæng og indhold' konkluderer jeg derfor sammenfattende, at "Med det konkrete redesign af den naturvidenskabelige arbejdsmetode vil der naturligt komme et mere konsekvent fokus på inddragelsen af de fire naturfaglige kompetenceområder og deres -mål" (Bilag 1).

Den succes, som det hos kollegerne har været at få sikret en sådan på mange måder pragmatisk rød tråd, har jeg med denne opgave lyst til at gentage. Denne gang i form af en model, som kollegerne (nemt) kan anvende ifb. med gennemførelse af STEM-forløb.

STEM-projektet sammenfattes i illustrationen herunder, hvor det også fremgår, at dele af projektet bidrager til et andet og eksternt forskningsprojekt omkring uddannelsesvejledning i samarbejde med skolevejlederen.



Min sammenfatning af det lokale STEM-projekt på min skole (Bilag 2)

(Tekst i kursiv mellem to vandrette streger vil optræde som en form for læsevejledning, således at læseren vejledes i opgavens systematik.)

Som det fremgår af allerede nævnte Bilag 1, så kan nogle af mine andre opgaver på denne uddannelse supplere og pege ind i dette afgangsprøveprojekt. På bilaget er særligt de fremhævede konklusioner interessante. Nogle af disse vil i løbet af denne opgave blive fremhævet netop de steder, hvor de er relevante at inddrage. Det skal allerede her pointeres, at denne kohærens ikke skyldes ønsket om en rød tråd på tværs af opgaverne, da netop genstandsfelterne heri har været yderst forskellige. Alligevel er der ift. dette afgangsprøveprojekts genstandsfelt enkelte sammenfald.

Problemformulering

Hvordan kan jeg i samarbejde med min kollega skabe en fælles forståelse for engineering i STEM-projektet og dermed etablere en fælles kultur på tværs af naturfagene og matematik?

Hvordan kan jeg gennem brug af både kvantitative og kvalitative empiriske indsamlinger af data udvikle en lokal og operationel model for engineering?

På baggrund af ovenstående vil jeg gennem mit afgangsprøveprojekt undersøge, hvordan jeg i et tværfagligt samarbejde med min vejlederkollega (og kolleger i øvrigt) får fokus på engineeringdelen i STEM-projektet. Kan jeg gennem en fagteamdag med dette fokus øge mine kollegers indsigt i engineering som didaktisk ramme? - og på baggrund heraf udvikle en mere lokal og dermed brugbar og konkret model, i hvilken engineering som didaktisk metode og ramme kompleksitetsreduceres? Særligt de iterative processer fra engineeringdelen er jeg nysgerrig på at få både ekspliciteret samt operationaliseret - og måske reduceret i antal.

Ambitionen om dels etableringen af en fælles forståelse af engineering, dels udviklingen af en lokal model, skal medvirke til at rykke ved og samtidig udvikle lokal didaktisk praksis. Metoden er derfor nødt til at bygge på en systematik, som af særligt kollegerne opleves relevant og nærværende.

Metode og teori

Empiri

Da empirien i afgangsprøveprojektet skal optræde som opgavens skelet, er det vigtigt, at indsamlingen af denne på en og samme tid konsekvent guider og supplerer valget af metode og teori. Empirien har naturligvis taget udgangspunkt i min skoles lokale ambition for STEM-projektet, hvorfor denne også har skabt det sproglige udgangspunkt for både spørgeskemaer og interview (Bilag 3-8).

Spørgeskema

Spørgeskemaer anvendes som kvantitativt (Mottelson & Muschinsky, 2020, s. 121) positivistisk metodologi, hvor indsamlingen af data betragtes objektivt (Mottelson & Muschinsky, 2020, s. 38) omend der i en pædagogisk og læringsmæssig organisatorisk kontekst altid vil være menneskelig påvirkning af årsager og virkninger (Mottelson & Muschinsky, 2020, s. 45).

Interview

Interviewet anvendes til indsamling af data som kvalitativt (Mottelson & Muschinsky, 2020, s. 120) og fænomenologisk metodologi, hvor "...virkeligheden,...fremstår gennem menneskers oplevelser og erfaringer" (Mottelson & Muschinsky, 2020, s. 46).

Der udarbejdes en spørgeguide forud for gennemførelsen af det semistrukturerede interview (Kvale, 2014, s. 143+144). Denne fungerer som vejledende for de spørgsmål, som skal/kan stilles undervejs. Det er vigtigt, at der parallelt hermed er plads til "at fortykne (de) små spor af historier", som interviewpersonerne giver (Westmark, 2012, s. 81).

Uformelle observationsdata

Da jeg som STEM-vejleder indgår som en naturlig del af den diskurs, som er gældende på min skole, vil samtaler om STEM-projektet fortsætte i sammenhænge, som ligger udenfor både spørgeskemaer, fagteamdage og formelle interviews. Når jeg derfor optræder i sådanne uformelle sammenhænge i løbet af dette projekt, så vil der være tale om, at de uformelle observationsdata, som i disse sammenhænge kommer mig i hænde, vil bygge på en form for "...deltagende...observation" (Mottelson & Muschinsky, 2020, s. 131).

STEM

STEM er som bekendt et akronym for 'Science' (Naturfag), 'Technology' (Teknologi), 'Engineering' (Ingeniørskab) og 'Mathematics' (Matematik). Engineering-begrebet er hentet fra ingeniørernes arbejdsmetoder og betragtes i denne sammenhæng som en didaktisk metode, med hvilken elever løser autentiske problemstillinger (Svabo et al., 2024, s. 56).

EDP-modellen

EDP-modellen (Engineering-DesignProces-modellen) bliver anvendt som didaktisk metode på bl.a. Engineer the future.dk (Engineer the future, n.d.). Her bygger deres undervisningsforløb indenfor STEM på metoden, som også i sin teori er velbeskrevet på hjemmesiden. Delprocesserne i metoden er dem, som man typisk arbejder med som ingeniør.

6F-modellen

I podcasten "Deltagelsesmuligheder i STEM-undervisningen" fra CFU Absalon (CFU Absalon & Schrøder, 2024) peger lærer og konsulent Astrid Schrøder på 6F-modellen, som bud på en didaktisk metode, som kan træde i stedet for engineeringdelen i STEM-forløb.

6F-modellen beskrives bl.a. i Monaartiklen "Undersøgelserbaseret undervisning: 6F-modellen – dens tilblivelse og udvikling i Danmark" (Madsen et al., 2020).

Iterative processer

Når der arbejdes med engineering som en didaktisk metode, så stilles der krav til, at eleverne arbejder iterativt. Hvis eleverne har arbejdet ud fra f.eks. den naturvidenskabelige arbejdsmetode eller designprocesser i øvrigt, så har de ofte erfaringer hermed. Dog stiller dette store krav til ikke blot elevernes arbejdsprocesser, men også til den nødvendige og afsatte tid ifb. med gennemførelsen af planlagt undervisning.

Professionelle læringsfællesskaber

Selvom 'De fem søjler i et professionelt læringsfællesskab' ikke er udtømmende for, hvad der karakteriserer et sådant (Albrechtsen, 2021, s. 13), så er det vigtige pejlemærker at have i arbejdet som vejleder. Om ambitionen i STEM-projektet lykkes afhænger derfor i hvor høj grad de enkelte elementer i søjlerne opleves opfyldt.

Collective Efficacy - kollektiv effektivitet

Collective Efficacy (kollektiv effektivitet) er et fænomen, som fremhæver effekten af transparens mellem og i læreres praksis. Når lærerteams mener, at de kan gøre en forskel, så præsterer de godt, hvilket kan måles på deres elevers resultater. Denne slags lærerteams skaber i alt fire forhold, som medvirker til en 'kvalitetsimplementering' ('quality implementation') (Donohoo & Katz, 2019, s. 25).

Begrebsafklaring

Empiri

Spørgeskema

De kvantitative spørgeskemaer udarbejdes i Google Analyse og resultaterne herfra omsættes til diagrammer i et regneark. Besvarelserne fra spørgeskema 1 anvendes desuden til udformningen af (nogle af) spørgsmålene i den spørgeramme, som anvendes i interviewet. Diagrammerne på baggrund af spørgeskema 1 bruges derudover til guidning og supplement i valg af metode og teori.

Diagrammerne på baggrund af spørgeskema 2 inddrages i evalueringen af fælles kollegial forståelse for engineering som didaktisk metode.

1. Spørgeskema	2. Spørgeskema
Har du ved tidligere lejlighed gennemført et STEM-forløb i din undervisning (færdig- eller selvproduceret)?	Har du planer om at gennemføre et STEM-forløb i din undervisning (færdig- eller selvproduceret) indenfor det næste år?
Hvilket område i STEM føler du dig mest udfordret på at opfylde i din praksis? (Vælg ét)	Hvilket område i STEM føler du dig mest udfordret på at opfylde i din praksis? (Vælg ét)
Når man gennemfører et STEM-forløb er det vigtigt, at eleverne får mulighed for at forbedre deres løsning på det valgte problem. Hvor mange gange vil du som minimum forvente, at dine elever skulle forbedre deres løsning?	Når man gennemfører et STEM-forløb er det vigtigt, at eleverne får mulighed for at forbedre deres løsning på det valgte problem. Hvor mange gange vil du som minimum forvente, at dine elever skulle arbejde iterativt og undervejs forbedre deres løsning?
Skriv her, hvilke andre didaktiske metoder du vil sidestille med Engineering i STEM?	Skriv her, hvilke andre didaktiske metoder du vil sidestille med Engineering i STEM?

Spørgsmålene fra Spørgeskema 1+2 (Bilag 3)

Interview

Interviewet gennemføres som et gruppeinterview, hvor to kollegaer fra udskolingen deltager. Til interviewet udvikles en spørgeguide (Bilag 8) indeholdende et fokus på særligt udvalgte spørgsmål fra spørgeskema 1 samt erfaringer med inddragelse af iterative processer i egen undervisningspraksis.

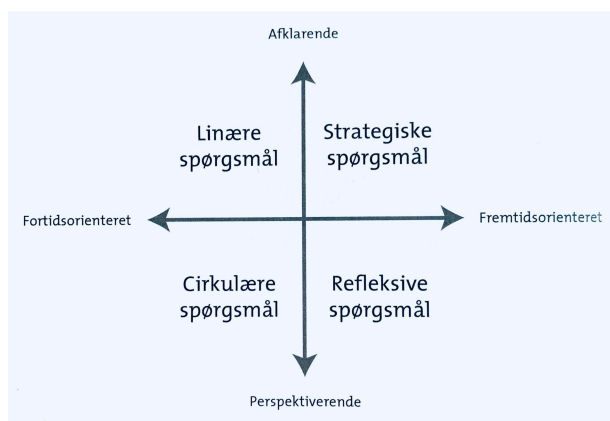
Spørgsmålene i spørgeguiden udarbejdes med udgangspunkt i Karl Tomms fire spørgsmålstyper (Albrechtsen, 2021, s. 73) og gennemføres under hensyntagen til teorien om positionering (Petersen, 2014, s.16) og Maturanas domæneteorier (Westmark, 2012, s.36).

Spørgeguiden lægger op til, at gruppeinterviewet gennemføres semistruktureret, da de operationaliserede interviewspørgsmål vil fungere som forslag til spørgsmål, der ikke behøver at blive stillet i en præcis rækkefølge, men som en form for igangsættere, som (måske) giver nye perspektiver på noget ikke forberedt som skal forfølges (Kvale, 2014, s. 143-144). Ambitionen er, at efterhånden som interviewet afvikles, vil de interviewede desuden kunne supplere hinandens udsagn og dermed initiere hinandens refleksion.

Når svar på spørgsmål undervejs i interviewet gøres til genstand for undren, vil jeg være nysgerrig på at 'fortyknede' dem, således at "...der skabe(s) mere fyldige og detaljerede beskrivelser" (Westmark, 2012, s. 82). I den sammenhæng pendler jeg "...mellem handlingens og meningens landskab", da jeg er særligt nysgerrig på interviewpersonernes "...værdier,...og overvejelser..." (Westmark, 2012, s. 82) - i denne sammenhæng særligt ift. de iterative processer i engineeringdidaktikken.

Karl Tomms fire spørgsmålstyper

Spørgsmålstyperne i spørgeguiden udvikles på baggrund af Karl Tomms skelnen mellem lineære, cirkulære, refleksive og strategiske spørgsmål, som orienterer sig mod hændelser i fortiden eller fremtiden (Albrechtsen, 2021, s. 73). Hvilke spørgsmålstyper, som orienterer sig mod fortiden eller fremtiden, kan ses i illustrationen øverst på næste side.



Karl Tomms opdeling af forskellige spørgsmålstyper (Albrechtsen, 2021, s. 74)

Illustrationen ovenfor viser desuden, at nogle af spørgsmålene er afklarende og nogle er perspektiverende.

Da målet med interviewspørgsmålene i spørgeguiden er at operationalisere undersøgelsesspørgsmålene, har jeg valgt at sætte disse op i en matrix, således at overblikket for mig som vejleder hele tiden bevares.

Hvordan min matrix er opbygget ses i illustrationen herunder.

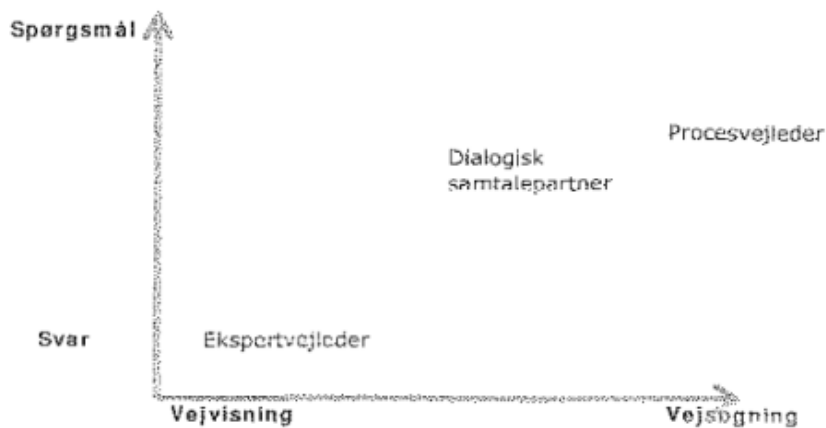
	Interviewspørgsmål (operationalisering)			
	Fortidsorienteret		Fremtidsorienteret	
Undersøgelses-spørgsmål	Lineære spørgsmål (afklarende)	Cirkulære spørgsmål (perspektiverende)	Refleksive spørgsmål (perspektiverende)	Strategiske spørgsmål (afklarende)
Hvad har særlig indvirkning på, om et STEM-forløb besluttet gennemført?	Har I gennemført et STEM-forløb (eget- eller færdigproduceret)?	Hvornår vælger I typisk at arbejde flerfagligt i jeres undervisning?	Hvorfor kan gennemførelse af STEM-forløb af nogle kollegaer virke uoverskueligt?	Hvorfor virker akronymet STEM tiltalende for mange af interessenterne i og omkring folkeskolen?
Hvad tilbyder (integreret) STEM-undervisning, som anden (monosom flerfaglig) undervisning ikke tilgodeser?	Hvor ser I forskellen mellem STEM-undervisning og flerfaglig undervisning generelt?	Hvad kan I pege på, som er særligt specielt ved STEM-undervisning?	Hvordan ser det helt optimale STEM-forløb ud?	Hvilke fordele er det ved STEM-forløb, som virker motiverende for elever?
Hvilke muligheder (og udfordringer) er der gemt i engineering som didaktisk ramme?	Hvad er den største udfordring ifb. med STEM-undervisning?	Hvilke muligheder rummer STEM-undervisning?	Hvilke rammer og forhold stiller gennemførelse af STEM-undervisning særlige krav til?	Hvad kan den didaktiske ramme (ikke nødvendigvis EDP) i relation til STEM?
Hvilke andre didaktiske tilgange kan sidestilles med engineering?	Hvilke didaktiske modeller har I gode erfaringer med fra egen undervisning?	Hvornår virkede jeres valg af didaktisk model særlig godt i gennemførelsen af jeres undervisning?	Hvilket fokus er det særligt vigtigt at have ifb. med gennemførelsen af STEM-forløb?	Hvordan ser den optimale didaktiske ramme (engineering) for STEM ud?

Matrix indeholdende spørgeguide (Bilag 8)

Positionering og Maturanas domænet teori

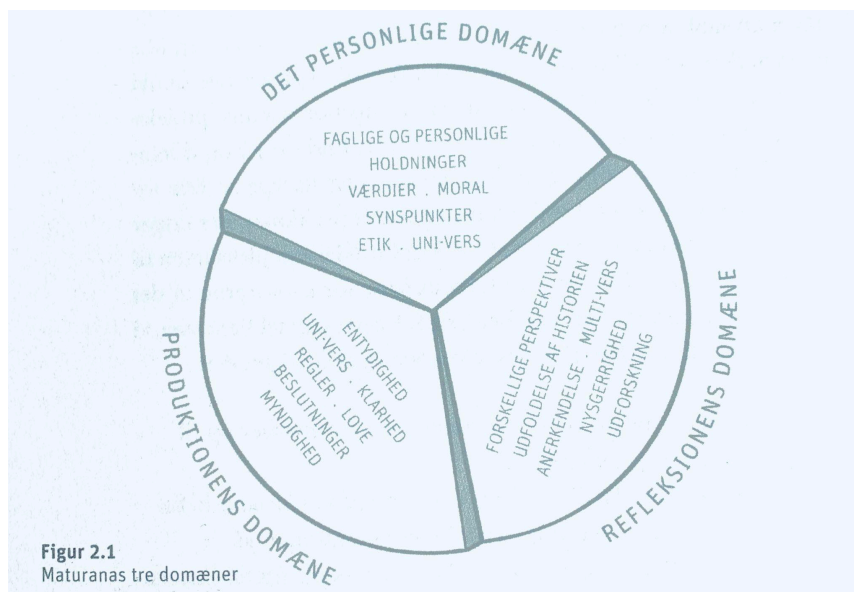
Når jeg i min rolle som vejleder overfor mine kollegaer optræder enten som oplægsholder og facilitator på fagteamdagen, eller som interviewer i gennemførelsen af gruppeinterviewet, så er der tale om, at vi er fælles om den samme diskurs på skolen (Westmark, 2012, s.27).

Jeg indgår samtidig i en asymmetrisk relation med mine kollegaer, som vil være gældende uanset hvilken position jeg indtager i vejledningsrummets horisontale og vertikale dimensioner (Petersen, 2014, s.16).



Figur som viser vejledningsrummets horisontale og vertikale dimensioner (Petersen, 2014, s.15)

Når jeg vejleder mine kollegaer, optræder jeg samtidig som en intern konsulent (Westmark, 2012, s. 39). En afledt konsekvens heraf er, at vores samtaler i det daglige primært optræder inden for det personlige og produktionens domæne. I min vejledning skal jeg derfor være særlig opmærksom på at stille spørgsmål, så vores samtaler også kommer omkring refleksionens domæne.



Figur, der viser Maturanas tre domæner (Westmark, 2012, s. 36)

Uformelle observationsdata

Da jeg, som allerede nævnt, fungerer som en intern konsulent igennem hele projektet, så er jeg nødt til også at have den empiriske mulighed; at kunne trække på, samt referere til, pludseligt opståede observationer (indtryk, udsagn mm.). Denne indsamling af såkaldte 'uformelle observationsdata' nedfældes naturligvis ikke uden forudgående drøftelser med min vejlederkollega i STEM-projektet - og andre involverede lærere i øvrigt.

STEM

Definition af STEM

Ifølge den nyligt udgivne bog 'STEM-didaktik', så beskriver verdens litteratur, at STEM-undervisning defineres bredt og dermed dækkende hele spektret; fra kun at integrere ét af hovedområderne til alle fire hovedområder (Svabo et al., 2024, s. 52). I den integrerede STEM-didaktik er det hensigten, "...at integrationen af enkeltdele er større end enkeltdele, da der opstår en slags synergi imellem hovedområderne" (Svabo et al., 2024, s. 52). De forbindelser som eksisterer mellem hovedområderne kan både vedrøre indholdet, men også de praksisser som anvendes, som f.eks. den naturvidenskabelige arbejdsmetode.

I forbindelse med mit modul 'Naturfagenes sammenhæng og indhold' lykkedes det mig, som allerede nævnt, at udvikle en lokal naturvidenskabelig arbejdsmetode. Anvendelsen af en sådan metode, som anvendes inden for både naturfagene og ingeniørfaget, vil på baggrund af teksten ovenfor derfor betyde, at der arbejdes med STEM-didaktik, når blot ét fag anvender metoden. Jeg vil dog mene, at det i folkeskoleregi kun giver mening at definere STEM ud fra den opfattelse, at minimum to af fagrækkens fag (indenfor science samt matematik) integreres, suppleret af teknologi og/eller engineering. Hvilken naturfaglig arbejdsmetode, eller didaktisk ramme i øvrigt, man under engineering så vælger at anlægge og anvende, vil blive behandlet videre igennem denne opgave, hvor jeg som udgangspunkt vil pege på en videreudvikling af 6F-modellen mhp. skabelsen af en på samme tid visuel og konkret didaktisk ramme som metode for arbejdet med STEM-undervisning på min skole.

I bogen 'STEM-didaktik' beskrives konceptet LabSTEM som "...et samarbejde mellem praksis og forskning,..." (Svabo et al., 2024, s. 26). Bogen har bl.a. erhvervet sin empiri gennem konceptet LabSTEM, og efterfølgende tilstræbt at sætte STEM ind i hele uddannelseskæden i en dansk kontekst. Det særlige ved bogen er, at der er et særligt fokus på, hvordan matematikken kan bringes i spil således, "...at det tværfaglige arbejde kan bidrage til elevernes oplevelse af matematikken som meningsfuld og værdifuld" (Svabo et al., 2024, s. 116).

I LabSTEM arbejdes der med STEM-didaktik ud fra følgende fem principper:

STEM-aktiviteter skal;

1. være en væsentlig bidragsyder til udvikling af almindelse
2. sætte deltageren i centrum
3. skal handle om omverdenen
4. skal understøtte den læring, der arbejdes med på det pågældende trin
5. skal integrere to eller flere af disciplinerne i STEM på en meningsfuld måde

(Svabo et al., 2024, s. 65-66).

Det er 5. princip, som jeg vil mene bør lyde: “STEM-aktiviteter skal integrere minimum to af fagrækkens fag indenfor science og/eller mathematics samt teknologi og/eller engineering på en meningsfuld måde”.

Når der arbejdes med STEM-forløb i folkeskoleregi, så arbejdes der samtidig med den enkelte elevs almene dannelse gennem en styrkelse af STEM-literacy. Eleven “...får indblik i den designede verden og udvikler muligheden for at tage stilling til den teknologi, der omgiver os” (Svabo et al., 2024, s. 172). I forlængelse heraf legitimeres særligt engineering i folkeskoleregi, da “...det kan fremme elevens motivation for naturvidenskab og teknologi,...” (Sillasen et al., 2017, s. 64).

På baggrund af LabSTEM fandt forfatterne frem til følgende tre punkter, der skal fokuseres på, hvis det skal lykkes med flere kvalificerede STEM-forløb:

1. “Lærere skal blive komfortable med at arbejde tværfagligt. Det indebærer en forståelse for..., at det også kan handle om at kunne facilitere de tværfaglige processer...”
2. “Der skal udvikles flere STEM-materialer, der kan støtte lærerne...i forhold til integrationen,...”
3. “Der skal dannes STEM-læringsfællesskaber, hvor lærerne kan arbejde sammen, så STEM-lærere i fællesskab evt. kan observere hinanden,...(samt) diskutere og engagere sig i en fælles praksis.”

(Svabo et al., 2024, s. 240)

Præcisering af Engineering

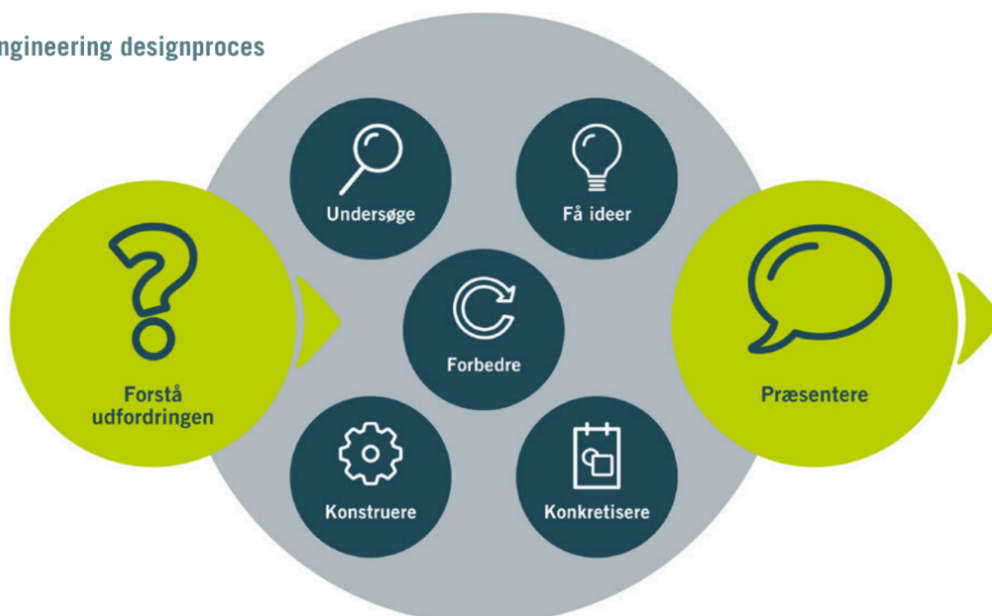
I forbindelse med det allerede omtalte modul ‘Naturfagernes sammenhæng og indhold’ skriver jeg i min opgave; “Teorien heromkring (Videnskonstruktion under 21Skills),... kan bruges som et bilateralt sigte med udviklingsarbejdet.”...af den lokale naturfaglige arbejdsmetode. Det samme kan siges at gøre sig gældende i denne sammenhæng, hvor “...integreret STEM-uddannelse er en instruerende tilgang, som integrerer undervisning i naturvidenskabelige og matematiske discipliner gennem tilførsel af videnskabelige undersøgelser, designtilgange fra teknologi og ingeniørskab, matematisk analyse og 21. århundredes interdisciplinære temaer og færdigheder” (Svabo et al., 2024, s. 53).

I en dansk kontekst ses engineering som en problemløsningsstilgang, hvor “...eleverne skal løse et konkret og autentisk problem gennem forskellige delprocesser,...” (Svabo et al., 2024, s. 56). Engineering kan dermed ansues som en didaktisk metode og ramme for den enkelte elevs arbejde med virkelighedsnære og vedkommende udfordringer og problemstillinger. Reelt er det i mange sammenhænge svært at adskille technology fra engineering. De er ofte hinandens forudsætninger, da ingeniører ofte arbejder med “...fremstilling, anvendelse eller implementering af teknologi,...” (Svabo et al., 2024, s. 55). I metoden ligger derfor ofte arbejdsgange, som ikke blot sigter på at udvikle teknologi, men også optimere eksisterende. Heri ligger der en iterativ proces, som det også kendes fra andre arbejdsmetoder såsom den naturvidenskabelige arbejdsmetode eller designprocesser i f.eks. folkeskolens valgfag ‘håndværk og design’.

EDP-modellen

Når man herhjemme taler om STEM-undervisning, så er det svært at komme uden om hjemmesiden 'Engineer the future.dk'. Her findes der forløbsbeskrivelser til både grundskolen og gymnasiet. Didaktikken bag forløbene er på hjemmesiden velbeskrevet. På min skole valgte jeg at tage udgangspunkt i ét af forløbene herfra, da jeg var nysgerrig på at gøre mig erfaringer med EDP-modellen (Engineer-DesignProces-modellen) mhp. inspiration til udviklingen af vores egen lokale model.

Engineering designproces



EDP-modellen (Engineer the future.dk, 2022)

EDP-modellen er en didaktisering af ingeniørernes iterative arbejde. Udgangspunktet for modellen er reelt ingeniørernes måde at arbejde med autentiske problemstillinger og "...den måde, hvorpå de analyserer udfordringer og derefter organiserer processer og anvender allerede eksisterende viden og erfaringer, ikke mindst inden for teknologi og naturvidenskab" (Engineer the future.dk, 2022, s. 16). De designprocesser, som ingeniører typisk arbejder med, har inspireret til EDP-modellens syv delprocesser (-faser). I modellen er 'Forstå udfordringen' og 'Præsentere' fremhævet, da disse repræsenterer henholdsvis starten og slutningen for elevernes arbejde med og løsningen af f.eks. de tidligere nævnte socio-scientific issues. Ifølge Engineer the future, så viser erfaringer med designprocessen i grundskolen, "...at eleverne ikke arbejder lineært med de forskellige delprocesser" (Engineer the future.dk, 2022, s. 18). Dette afhænger naturligvis af den måde, hvorpå læreren rammesætter forløbet.

Erfaringer fra min egen praksis peger på, at når eleverne bliver givet muligheden for at arbejde valgfrit mellem delfaserne i diverse designprocesmodeller eller lignende, så krediterer de alle som én, når en vis form for linearitet mellem faserne præsenteres.

Fra 5E- til 6F-modellen

5E-modellen

Da 6F-modellen bygger på 5E-modellen, er det nærliggende først at tage et kig på denne.

5E-modellen skaber en struktur omkring det undersøgende arbejde i form af en læringscyklus (Krogh & Andersen, 2019, s. 70).



Illustrativ fremstilling af 5E-modellen.

I arbejdet med 5E-modellen er det vigtigt, at Engagement og Exploration (Udforskning) går forud for Explanation (Forklaring) (Krogh & Andersen, 2019, s. 71). Hermed anlægger brugen af 5E-modellen, som didaktisk ramme for planlægning af naturfaglig undervisning, et fokus på praktisk arbejde forud for (udelukkende) teoretisk arbejde. En styrke i øvrigt ved 5E-modellen er det affektive, som inddrages i fasen 'Engagement' (Krogh & Andersen, 2019, s.74).

Hvis anvendelsen af 5E-modellen som didaktisk ramme tager sit afsæt i autentiske problemstillinger, som vedrører eleverne, og der ligeledes åbnes op for frihedsgraderne indenfor de enkelte faser, så skabes der en naturlig motivation for læringen.

6F-modellen

Både 5E- og 6F-modellen baserer sig på, at elevernes oplevelser og "...forudgående viden danner basis for aktiviteter, hvor de sammen med andre udforsker naturvidenskabelige fænomener" (Madsen et al., 2020, s. 38). Der er derfor tale om en didaktisk model, som bygger på konstruktivistisk læringsteori, hvor eleverne lærer og konstruerer viden i sociale sammenhænge.

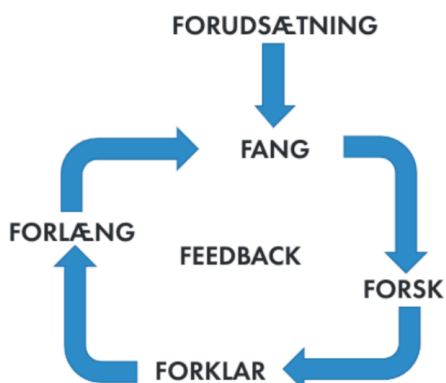


Illustration af 6F-modellen (Madsen et al., 2020, s. 27)

Iterative processer

Inden for naturfagene og matematik i folkeskolen, er der sammenhæng mellem forskellige didaktiske metoder (og modeller). Som beskrevet i artiklen "I-STEM - en didaktisk model for integreret STEM-undervisning" beskrives der f.eks. sammenfald mellem de iterative processer i 6F-modellen, Model development sequences (MDS) samt Engineering-DesignProcessen (EDP) (Bruhn et al., 2022, s. 112). De enkelte faser i de tre modeller og deres sammenfald, kan ses i illustrationen herunder.

I-STEM	6F	MDS	EDP
<i>Afklaring og motivering</i>	Forudsætning og Fang	Warm-Up Activity	Forstå udfordringen
<i>Idéudvikling</i>	Fang	Model Eliciting	Få ideer
<i>Formidling</i>	Forklar	Presentations & Discussions	Forbedre
<i>Opfølgning</i>	Feedback	Reflection & Debriefing og Follow-Up Activities	Forbedre
<i>Konstruktion</i>	Forsk	Model Eliciting	Konkretisere, Konstruere og Forbedre
<i>Udforskning</i>	Forsk	Model Exploration	Forbedre og Undersøge
<i>Kontekstualisering</i>	Forlæng	Model Adaptation	Præsentere

Illustrationen 'Faser på tværs af didaktiske modeller' (Bruhn et al., 2022, s. 112)

Her kræver det ikke megen fantasi førend man også tilføjer både den naturvidenskabelige arbejdsmetode samt Inquiry Based Science Education (IBSE). Desuden benytter valgfaget 'Håndværk og design' sig af designprocesser, i hvilke der også arbejdes iterativt. Slutteligt er det nærliggende at påstå, at al læring foregår iterativt.

Kolonnen yderst til venstre er forfatterens bud på deres 'I-STEM'-model. Denne model bygger altså på de sammenfald af iterative processer, som eksisterer på tværs af de andre modeller. Det er netop de iterative processer, som jeg finder særligt interessante i en operationalisering af en konkret didaktisk model for engineering. Her tænker jeg ikke blot på, hvor eksplicite disse modeller er for eleverne, og hvor eksplicit det iterative fremgår, men også på mængden af de iterative delprocesser indeholdt i modellerne.

Jeg vil komme ind på denne model igen senere, da jeg i min ambition om at udvikle en lokal metode for engineering, vil føje endnu en kolonne til tabellen/skemaet, i hvilken det iterative ekspliciteres.

Professionelle læringsfællesskaber

Ambitionerne for det lokale STEM-projekt på min skole peger i sine delelementer fint ind i flere af de fem centrale kendetegn ved det professionelle læringsfællesskab, som lyder:

1. Fælles værdier og vision
2. Fokus på elevers læring
3. Reflekterende dialoger
4. Deprivatisering af praksis
5. Samarbejde

(Albrechtsen, 2021, s.12-13)

STEM-projektet, og min vejlederpraksis heri, benytter sig naturligvis af de i modellen opstillede formelle delprocesser f.eks. i form af en 'STEM fagteamdag for kollegaer'. Bilateralt hermed gemmer der sig de parametre, som for mine kollegaer kan virke usynlige, men som er centrale for denne opgave - og som medvirker til at kvalificere min egen vejlederpraksis i forhold hertil. Mht. netop fagteamdagen, så har det for mig (igen) været vigtigt, at denne dag ikke kun har fokus på elevernes læring, men også kollegaernes egen læring. Der er almindeligvis en tendens til, at fokuset er rettet alene mod elevernes læring og ikke lærernes egen læring (Albrechtsen, 2021, s. 15).

I min opgave under modulet 'Skolens naturfaglige kultur' konkluderer jeg netop på særligt udskolingens hyppigere brug af faglokalerne end tilfældet er for f.eks. indskoling eller mellemtrinnet. I udskoling arbejder vi generelt meget eksplicit omkring vores egen undervisningspraksis, hvilket afstedkommer; at,..."En virkning af et sådant samarbejde i kulturen er, at inddragelsen af den praktiske dimension i naturfagene gøres transparent kollegerne imellem" (Bilag 1). Netop denne transparens præges og skærpes på en fagteamdag, hvor også kollegaerne får lov til at arbejde praktisk med undervisningens indhold.

Collective Efficacy - kollektiv effektivitet

Kvalitetsimplementering sker gennem de såkaldte 'mastery experiences' (mestringsoplevelser) eller 'mastery moments' (mestringsøjeblikke). Når man i praksis gør sig positive erfaringer med gentagne succeser, ligger der heri en naturlig motivation for teamet i at fortsætte, men i forlængelse heraf, også kontinuerligt at forfine og tilpasse det eksisterende (Donohoo & Katz, 2019, s. 26).

De fire forhold, som medvirker til mestringsoplevelserne, er:

- Learning together (At lære sammen)
- Cause-and-effect relationships (Årsag og virkningsammenhænge)
- Goal-directed behavior (Målstyret adfærd)
- Purposeful practice (Måltrettet praksis)

Når der ifølge dette fænomen tales om, 'at lære sammen', så skal det forstås på den måde, at man i sit team arbejder kollaborativt frem mod løsninger på planlægning af undervisning. (Donohoo & Katz, 2019, s. 27).

Det er netop sådan et samarbejde jeg har med min vejledningskollega. Hvor teamsamarbejder og samarbejder i PLC-regi ofte tenderer at udvikle sig til cooperative fællesskaber, så bærer samarbejdet i mit lille vejledningsteam præg af; at opgaven med at få

implementeret STEM, og skabe en fælles og lokal forståelse for engineering, er en fælles og kollaborativ proces.

De lærerteams, som medvirker til kvalitetsimplementering på en skole, lader sig ikke nøjes med gode resultater. Resultaterne bliver i disse teams linket direkte til praksis, således at der altid ledes efter (og findes) en årsag til en virkning - som f.eks. gode resultater (Donohoo & Katz, 2019, s. 27).

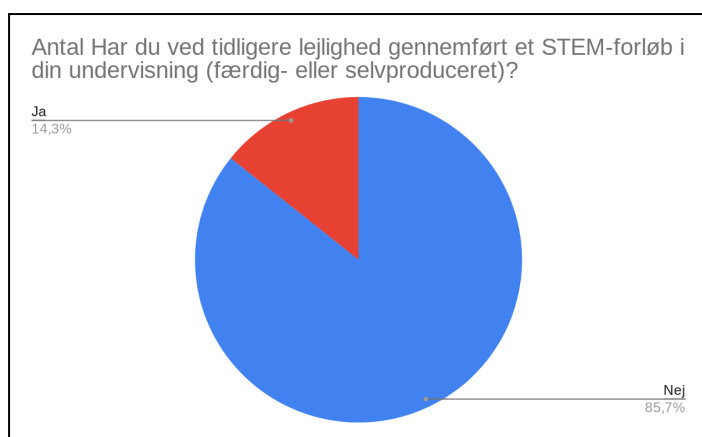
Ofte stræber det enkelte team, og den enkelte lærer, efter at opnå nogle faglige mål. Disse 'præstationsmål' bør dog ikke skygge for det såkaldte 'mestrings-mål' i opfyldelsen af førstnævnte (Donohoo & Katz, 2019, s. 28). Kun ved at fokusere på egen (og andres) mestring i undervisningen, skabes de ændringer i den målstyrede adfærd som skal til, for netop at skabe mestringsoplevelser og dermed den overordnede kvalitetsimplementering. Skal man som lærer dygtiggøre sig, så skal dette finde sted i ens praksis. Dette kræver fire nøgleelementer; smalle mål, et specifikt fokus, en klar plan samt muligheden for at monitorere indsatsen (Donohoo & Katz, 2019, s. 28). En måde at monitorere på, er ikke blot gennem feedback fra kolleger, men også gennem feedback fra ens elever (Donohoo & Katz, 2019, s. 29).

Analyse

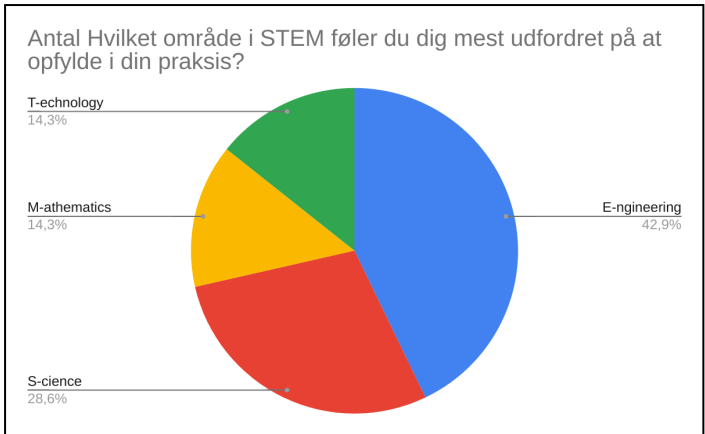
Da jeg benytter mig af både to spørgeskemaer og et gruppeinterview, er der tale om triangulering (Mottelson & Muschinsky, 2020, s. 11). Mere specifikt, er der tale om datatriangulering, da jeg benytter mig af både kvantitativ og kvalitativ empiri.

Data fra spørgeskema 1

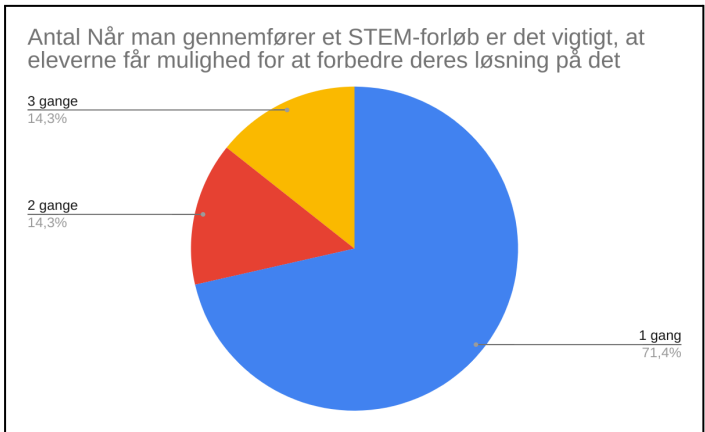
Herunder ses en oversigt af de data, som det første spørgeskema genererede (Bilag 5).



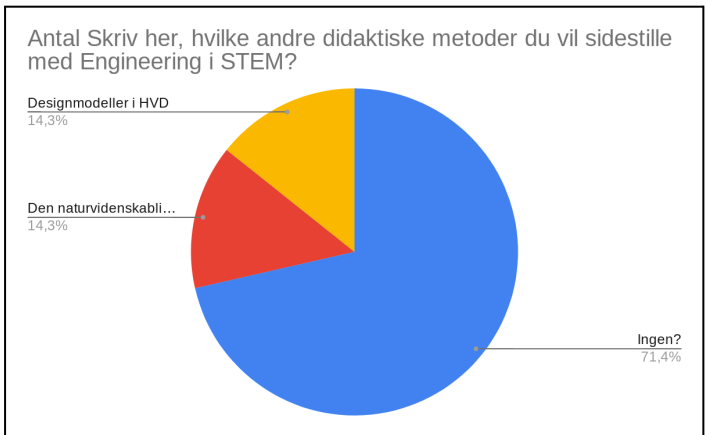
85,7% af kollegerne har ikke før gennemført et STEM-forløb, hvor 14,3% har.



Det ses, at 42,9% af kollegerne føler sig mest udfordret på engineering i STEM. 28,9% føler sig udfordret på naturfagene, hvor det for både teknologi og matematik drejer sig om 14,3%.



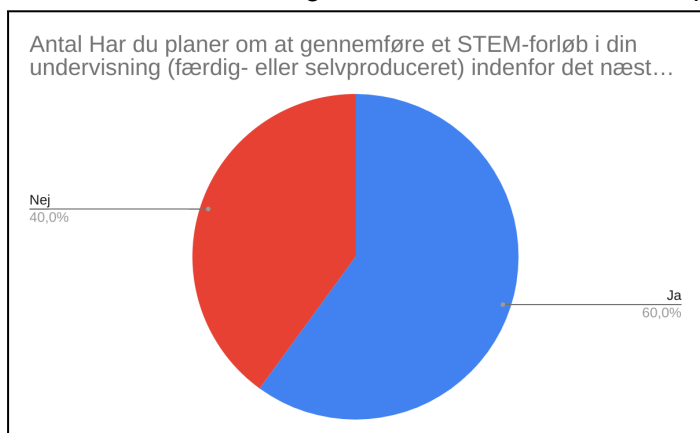
Hele 71,4% mener, at eleverne bør forbedre deres løsning 1 gang, hvor det for både 2 og 3 gange drejer sig om 14,3%.



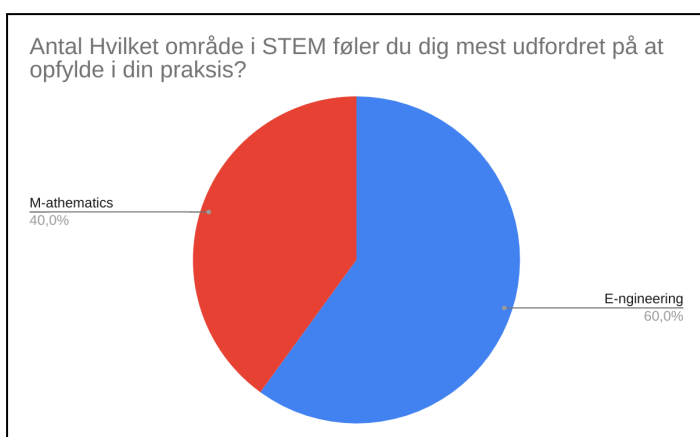
71,4% af kollegerne kunne ikke sidestille engineering med andre didaktiske metoder. 14,3% skrev 'Den naturvidenskabelige metode - rundt i vores egen naturvidenskabelige model', og 14,3% skrev 'Designmodeller i HVD. Opsætning af matematiske undersøgelser i forhold til variabelkontrol'.

Data fra spørgeskema 2

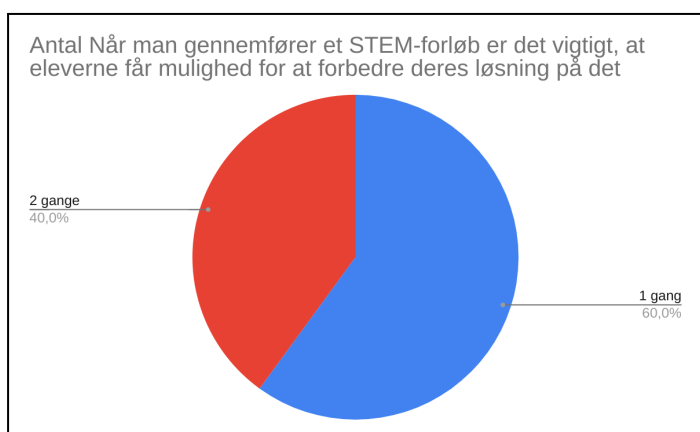
Herunder ses en oversigt af de data, som det andet spørgeskema genererede (Bilag 7).



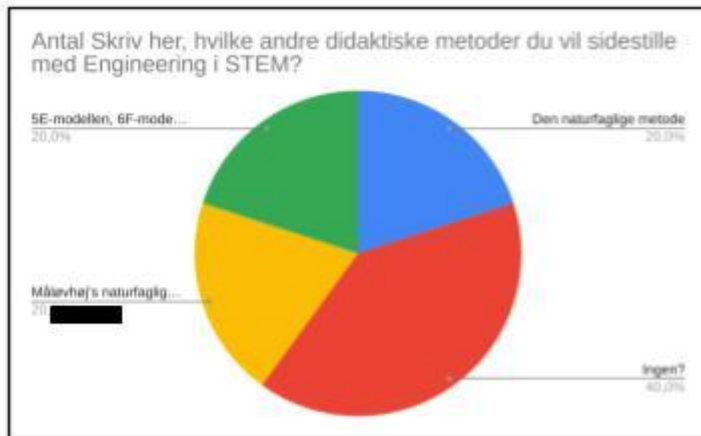
60% af kollegerne har ambitioner om at gennemføre et STEM-forløb indenfor det næste år. 40% har ikke.



Det ses, at 60% af kollegerne føler sig mest udfordret på engineering i STEM. 40% føler sig udfordret på matematik.



60% mener, at eleverne bør forbedre deres løsning 1 gang, hvor det for 2 gange drejer sig om 40%.



40% af kollegerne kunne ikke sidestille engineering med andre didaktiske metoder. 20% skrev 'Den naturfaglige metode', andre 20% skrev '██████████ naturfaglige arbejdsmetode'. Slutteligt var der 20% som skrev '5E-modellen, 6F-modellen, ██████████ Naturfaglige Arbejdsmetode, MetodeLab, EDP-modellen, designprocesser fra HVD'.

Data fra gruppeinterviewet

Følgende er uddrag fra resuméet af transskriptionen på Bilag 9. Den oprindelige transskription var på 60 sider.

Grundet sygdom blev interviewet ikke gennemført som et gruppeinterview, men som et enkeltmandsinterview. Den interviewede person er min makker fra STEM-projektet. Der er kun rettet i udtalelserne, hvis dette har gjort disse mere forståelige på skrift.

Mig: Så det du faktisk er ved at svare på, det er hvordan ser den optimale didaktiske ramme for STEM ud?

Interviewperson: Ja, det synes jeg også vi snakkede om på fagteamdagen i virkeligheden ikke, og det er jo også det, det udspringer af, den diskussion. Altså netop om det er for komplekst for eleverne at følge de der modeller, som vi har...

Jamen så det kommer an på hvad man fjerner. Altså fordi den, som du har tilføjet, som hedder 'Forfine', det er jo i virkeligheden det iterationsgreb, som vi ligesom har valgt at indføre ikke, at det skal hedde 'Forfine', så hvis det er det man vælger at tage væk, så fjerner man en stor del af det, som der er baggrund inden for engineering og designarbejde, fordi så har man ikke muligheden for hverken at gøre det bedre eller forbedre.

Mig: Jeg kunne godt tænke mig at spørge. Virker 'Forfine' som det 7. F, eller er det egentlig bare et andet ord for 'Feedback', som jo allerede er en del af 6F-modellen?

Interviewperson: Hvis vi kigger på det projekt vi har lavet, så synes jeg ikke at lærer-feedbacken som sådan er det samme som 'Forfine', fordi der stjæler vi jo i virkeligheden muligheden fra dem (eleverne) for at kunne forfine deres opgave, efter vi druknede deres hus.

Der er det jo deres produkt, der giver feedback til dem, om det fungerer eller ej.

Så det der med at få tingene ud og blive testet, og på baggrund af det forfine, forbedre, udvikle, hvad man nu vil kalde det, var det den iteration, som der er den vigtige faktisk...

Mig: Hvor havde de fleste udfordringer i hele EDP-modellen fordi den jo netop var delt op sådan lidt lineært gennem de forskellige faser?

Interviewperson: Jamen jeg er slet ikke i tvivl om, det ser jeg også i min håndværk og design undervisning, at det er i idéfasen, at de (eleverne) har det sværest med at få mere end én idé.

Mig: Så lad os sige, at den idéfase, den skal vi så have gjort noget ved, og det er fordi, hvis vi oplever det, så oplever vores kolleger det også. Vi så det også hos kollegerne på fagteamdagen. Kunne man så sige at, det er der, man måske skal være lidt eksplicit med det iterative?

Interviewperson: Det tror jeg er rigtig vigtigt. Jeg tror det er vigtigt, at man ikke bare siger; her, lav en brainstorm, og så tager jeg en idé, men man er nødt til at udfordre elevernes idéer.

Men ofte er det svært,...synes jeg. Jeg synes det er noget af det allersværeste. Det er at få gode idéer.

Mig: ...Måske skal man favne, at det ikke skal være lineært...?

Interviewperson: Ja, jamen er det nogensinde lineært?! Får man nogensinde den gode idé som den første idé?! Eller får man den undervejs i en arbejdsproces, så man er nødt til at starte forfra?!

Mig: Kunne man forestille sig en model, hvor man så arbejder på, at det med at få ideer, hvis det skal være det gennemgående, at så er det det, der er den store boble?

Interviewperson: Altså den vi har tænkt, som den der tredimensionelle, hvor man ser på flere. Jamen jeg sad lige og tænkte på det samme, nemlig i forhold til at måske er vores i virkeligheden model, det er den der kugle, hvor det ikke kun spiller sammen på den her led. Altså hvad skal man sige på den?...Lad os sige z-aksen. Men den spiller også sammen på både y- og på x-aksen.

Mig: Er det det der med at forfine idéerne. Er det der vi er? Det jeg bare lige prøver at udfordre, det er, at i alle de her faser, der kunne man jo,... nu står der 'Forbedre' her i EDP-modellen ikke, hvilke af faserne vil man ikke kunne forbedre sit arbejde i?

Interviewperson: Jamen, det er der jo ikke nogen af. Faserne man ikke kan altså.

Mig: Præcis. Det er lidt 'ikke-testen' ikke?

Interviewperson: Jo.

Mig: Ville der være et område (en fase),...hvor du tænker, at den her kunne vi godt tone ned for?

Interviewperson: Jeg synes ikke der var nogen steder i det forløb vi lavede, hvor at det i forhold til at 'Forfine', at der var noget de havde der blev leveret, som var grundigt gennemarbejdet. Det synes jeg ikke, så i forhold til at tone ned...hmm.

Men i forhold til forløbet. Det nævnte jeg også lidt tidligere. Der var de Scienceorienterede aktiviteter i det her forløb, med at måle brudstyrke, de var ikke vigtige for resten af forløbet.

Mig: Hvad var det, der fungerede rigtig godt ved vores forløb med sæbekassebilerne? Hvis vi tænker STEM der, der prøvede vi jo at benytte os, ikke af en EDP-model, men af en mere skjult 6F-model jo.

Interviewperson: Ja, ja der var vi jo vi var ikke lige så, jo vi var faktisk også eksplicit i den og

gik ind i hvert fald på dag to, at nu var vi ovre i at nu skulle vi i gang med at konkretisere og konstruere, men den første dag der brugte vi jo en del af tiden på overhovedet at sætte sig ind i, hvad er det for et univers vi arbejder i?

Og så ramte vi jo altså også, specielt de tre drenge der lavede en mega fed bil, et segment som var interesseret i bilerne og det skal man ikke underkende, hvor meget det også er en motivationsfaktor for nogle, at de er naturligt interesserede i det.

Uformelle observationsdata

STEM-forløb på hele 7. årgang

'Design et hus, der ikke kan drukne' var det STEM-forløb fra Engineer the future.dk (Engineer the future, n.d.), som jeg valgte at afprøve, for at vi kunne gøre os erfaringer med EDP-modellen. Derudover var det i denne fase, at skolevejlederen var inde over med hendes forskningsprojekt, som vi døbte 'BeSTEM din fremtid'.

Vi var tre lærere tilknyttet hele årgangen henover to skoledage, og vi oplevede samstemmigt, at det var vanskeligt at få eleverne til at arbejde iterativt med det skriftlige indhold, ikke det praktiske.

STEM-forløb i temaugle

I udskolingen havde vi en temaugle, hvor overskriften var 'Ungdommen i 50erne'. Der skulle bl.a. produceres en Grease musical, laves kulisser mm. Som et led i STEM-projektet valgte vi at prøve kræfter med 6F-modellen, og i den forbindelse at lave sæbekassebiler.

Sæbekassebilerne skulle være 'kopier' af datidens amerikanske biler.

I dette værksted oplevede vi en anden tilgang fra eleverne til at arbejde iterativt med alle delprocesserne.

Fagteamdagen

Da jeg på fagteamdagen holdt oplæg om engineering som didaktisk metode, og i den forbindelse præsenterede mine kolleger for ambitionen om at udvikle endnu en lokal model, gjorde især én kommentar og én handling indtryk på mig.

Kommentaren var initieret af, at jeg præsenterede de muligheder jeg så i at udvide 6F-modellen til en 7F-model. Hertil kommenterede en kollega; "Hvorfor flere F'er, vi skal have færre."

Handlingen kom på baggrund af en udtalelse, hvor anden kollega gav udtryk for det vigtige ved, at eleverne blev holdt fast i de iterative delprocesser i engineeringsforløbet, hvorefter den pågældende kollega i egen arbejdsproces sprang direkte fra at 'forstå udfordringen' til 'konstruktion'. Selv lærerne har udfordringer ved at følge de eksplicite delprocesser.

Efter interviewet

Umiddelbart efter interviewet fortsatte drøftelsen af de delkonklusioner, som interviewpersonens udtalelser og udsagn affødte. Dette resulterede først i flere skitser af den lokale model for engineering og senere et endeligt forslag, som vi ønsker at implementere på begge skolens matrikler.

Ligesom interviewet bevægede sig fra ét fokus til et andet end det først antagede - så bevægede skabelsen af en ny model sig ligeledes fra ét udgangspunkt til et andet.

Diskussion

Spørgeskemaundersøgelsen bestod samlet set af to spørgerunder. Da data herfra skulle anvendes lidt forskelligt, vil diskussionen af data derfor også være opdelt i dels 'Spørgeskema 1' og dels 'Spørgeskema 2'.

Da data fra 'Spørgeskema 1' også skulle medvirke til at pege på anvendt metode og teori, vil dette blive behandlet herunder. Da samme data, på samme tid, skulle anvendes i en sammenligning med data fra 'Spørgeskema 2', vil data fra begge spørgeskemaer blive sammenlignet under dette afsnit.

Når der refereres til 'kolleger', så menes der konsekvent 'svar fra de adspurgte kolleger, som valgte at besvare spørgeskemaerne', da data herfra jo af gode grunde kun kan udtale sig omkring disse, og ikke resten af det naturfaglige lærerkollegie.

Spørgeskema 1

Spørgsmål 1:

Til trods for STEM-begrebets indtog, både på den politiske og didaktiske scene, så oplever de fleste kolleger (85,7%) ikke, at de ved tidligere lejligheder har gennemført et STEM-forløb.

På fagteamdagen viser det sig derfor vigtigt, at give kollegerne et indblik i, at der er store sammenfald med de didaktiske arbejdsmetoder, som de allerede anvender i deres undervisning, og de som benyttes ifb. med STEM-forløb. F.eks. er der mange sammenfald mellem diverse STEM-forløb og deres udgangspunkt i form af autentiske problemstillinger, hvis vi også kigger på de fælles faglige fokusområder i den fælles naturfagsundervisning. Indenfor begge arbejder man typisk med samme typer af 'socio-scientific issues'.

Spørgsmål 2:

Det er tydeligt, at de fleste kolleger føler sig udfordret på særligt engineering i STEM, hvilket er i fin overensstemmelse med det fokus, som vi har anlagt lokalt. En fælles forståelse af engineering viser sig ikke blot at være vigtigt, men også at være et kardinalpunkt for os STEM-vejledere at få oplyst omkring, hvis og i så fald vi har fortsatte ambitioner om at få STEM ekspliciteret på skolen. Kollegernes egne faglige udfordringer adskiller sig derfor ikke fra lærere generelt, som føler sig særligt udfordrede på områderne teknologi og engineering, ifb. med undervisning i STEM (Svabo et al., 2024, s. 230).

På baggrund af disse data blev et særligt fokus på engineering derfor også det endelige genstandsfelt for behandling på den for kollegerne fælles fagteamdag.

Spørgsmål 3:

De fleste kolleger (71,9%) mener, at eleverne (kun) bør forbedre deres løsning én gang. Om kollegerne her mener; én gang efter en evt. prototype er konstrueret, og måske endda har været udsat for en prototypetest, eller om de mener undervejs gennem de enkelte delprocesser i hele engineeringforløbet (f.eks. ud fra EDP-modellen), fortæller mine data

ikke noget om. Klart er det dog, at de fleste kolleger ikke mener, at det bør kræves af eleverne at arbejde iterativt mere end én gang i løbet af et STEM-forløb.

At ovenstående helt reelt forholder sig nærmest umuligt at efterleve, og at spørgsmålet måske derfor har vist sig ikke at være et særligt stærkt empirisk spørgsmål, vender jeg naturligt tilbage til senere ifb. med både diskussionen af interviewet samt udviklingen af den lokale model. Vigtigt er det, at særligt dette spørgsmål og dets svar, gav inspiration til flere af interviewspørgsmålene i spørgeguiden.

Spørgsmål 4:

Kun få kolleger har andre bud på, hvad der kan sidestilles med engineering i STEM. F.eks. bliver den naturvidenskabelige arbejdsmetode nævnt og designmodeller i HVD. De fleste kolleger (71,4%) kan ikke sidestille engineering med andet.

Når kollegerne på fagteamdagen bl.a. bliver præsenteret for, at de allerede benytter sig af lignende metoder, samtidig med en opmærksomhed omkring, hvad der kan træde i stedet for diverse engineeringmetoder og -modeller, vil jeg forvente, at flere kolleger i næste spørgerunde kan sidestille flere.

Én ting er, at ovenstående svar gav retning på fagteamdagens dagsorden. Noget andet er, at dette forudsætter relevant teori. Teorien om STEM er oplagt at inddrage, herunder et særligt fokus på engineering og nogle af de andre metoder, som ville kunne træde i stedet. Ifb. hermed kommer jeg ikke uden om også at skulle forholde mig til de sammenfald, som eksisterer på tværs af de forskellige metoder - hvor delfaserne ligner hinanden f.eks. ift. iterative processer.

Spørgeskema 2

Spørgsmål 1:

60% af kollegerne har lyst til at gennemføre et STEM-forløb inden for det næste skoleår. Om dette er mere eller mindre end inden fagteamdagen, er ikke muligt at give en tydelig analyse af, da det samme spørgsmål ikke optrådte i 'Spørgeskema 1'. Sikkert er det dog, at over halvdelen af kollegerne har lyst til at gennemføre et STEM-forløb på skolen til glæde for eleverne (og dem selv).

Spørgsmål 2:

Hvor der før var 42,9% af kollegerne som følte sig mest udfordret på engineering, er tallet nu steget til 60%. Paradoksalt nok optræder hverken teknologi eller science i cirkeldiagrammet denne gang, hvilket måske kan tilskrives fagteamdagens indhold og opståede drøftelser og output. At engineering optræder til trods for, at dette var fokuspunktet for fagteamdagen, kan måske forklares med den opmærksomhed området fik?! Når man som lærer bliver præsenteret for et område som engineering i STEM, og samtidig får fortalt, at flere af de allerede anvendte didaktiske metoder kan træde i stedet, så opleves dette måske mere som områder, der skal udforskes nærmere og ikke er udtømte til trods for deltagelse på en fagteamdag, hvor overværelsen af et fokusoplæg her omkring bl.a. var indholdet?! Hvor ambitionen har været at medvirke til en kompleksitetsreducering ift. kollegernes inkorporering af engineering i STEM i egen praksis, så har kollegerne måske nok taget al den nye information til sig, men interessen på fagteamdagen til trods, så er resultatet måske mere end som en kompleksitetsforøgelse hos den enkelte kollega?!

Spørgsmål 3:

Sammenligner vi datasæt fra dette spørgsmål på tværs af de to spørgeskemaer, så er det maksimale antal af foreslåede iterationer faldet fra 3 til 2. Jeg formoder, at dette bl.a. skyldes min åbenlyse agenda med på fagteamdagen at problematisere det antal iterationer, som eleverne udsættes for igennem mange af delfaserne i den på dagen anvendte EDP-model - og andre didaktiske modeller i øvrigt. Hertil kommer, at jeg parallelt hermed introducerede idéen om (alligevel) at tilføje endnu et F til 6F-modellen mhp. at reducere antallet af iterationer og ekspliciterer dem, som måtte være relevante.

Dette har vist sig at gemme på en åbenlys umulig dualitet. Som opgaven senere vil vise, er målsætningen om at reducere for antallet af iterationer ikke formålstjenesteligt for STEM-forløb samlet set, ligesom det iterative ikke behøver ekspliciteres yderligere end det allerede er tilfældet i de enkelte delfaser. Dette får stor betydning for udviklingen af den lokale didaktiske model.

Spørgsmål 4:

At fagteamdagen har været vigtig, viser data med al tydelighed. Der er nu (trods alt) flere bud på didaktiske rammer, som kan træde i stedet for engineering, end tilfældet var ifb. med 'Spørgeskema 1'. Det kan derfor med forsigtighed forventes, at kollegerne gennem mit oplæg, fælles drøftelser og deres efterfølgende selvstændige arbejde, har fået øje på, at de forskellige iterative processer i de forskellige didaktiske modellers delfaser, har flere sammenfald end det modsatte.

Ifb. med LabSTEM-projektet, så er muligheden for at samarbejde på tværs af fagene i udviklingen af STEM-forløb vigtig at prioritere, også fra ledelsen (Svabo et al., 2024, s. 231). Af netop denne grund valgte min vejlederkollega og jeg, at kollegerne på fagdagen - og efter mit oplæg - selv skulle 'udsættes' for et STEM-forløb. Hermed fik vi formået at rette et fokus på lærernes/kollegernes egen læring, og ikke som det ellers er for vane, kun på elevernes læring.

Det STEM-forløb, som kollegerne gennemførte på fagteamdagen, havde min vejlederkollega og jeg sammen med en tredje kollega netop gennemført i dagene op til fagteamdagen. Her arbejdede vi i to hele skoledage på en hel 7. årgang. Det var dog nødvendigt i forberedelsesfasen at videreudvikle forløbet, da vi ikke fandt eksplicite sammenhænge med de enkelte delfasers praktiske som teoretiske indhold. Vi lod den praktiske dimension træde mere frem i forløbet således, at de enkelte områder (delfaser) i EDP-modellen gav mere mening.

Interviewet

Interviewet blev ikke gennemført som et gruppeinterview, men som et interview af min vejlederkollega alene. Dette betød reelt, at interviewet kunne gennemføres på et højere abstraktionsniveau, hvilket dels gav sig udslag i, at min kollega selv startede interviewet, dels at det første spørgsmål, som af mig blev stillet, var 'det sidste' i spørgeguiden. Da der reelt ikke er nogen rækkefølge på spørgsmålene i en spørgeguide, så valgte jeg jvf. teorien om det semistrukturerede interview alligevel at forfølge de nye perspektiver som hurtigt opstod.

Under interviewet refererer min kollega flere gange til de uformelle observationsdata. Disse vil i det følgende derfor indgå i diskussionen af interviewet.

Jeg vil i det følgende omtale interviewpersonen som 'min makker', og ikke som 'vejlederkollega' eller 'min vejledermakker'.

Interviewet orienterer sig i starten meget omkring, hvilke iterationer det mon er muligt at fjerne fra de to didaktiske modeller, som vi igennem to STEM-forløb har forsøgt at anvende. Særligt bliver det fremhævet, at mit foreslåede greb med at indføre delfasen (iterationen) 'Forfine', som også blev præsenteret på fagteamdagen, ikke ifølge min makker vil være mulig at fjerne.

Vi drøfter derfor, om iterationsgrebet 'Forfine' blot er et andet ord for 'Feedback'. Det opleves ikke sådan. Ud af denne drøftelse springer et skarpt syn på den feedback, som min makker gennem vores gennemførte forløb har registreret. Nemlig den, at når det er elevernes produkter, som giver feedback, så skaber det et helt andet udgangspunkt for en efterfølgende delfase, hvor løsningen skal forfines (mit iterationsgreb ind i 6F-modellen) eller forbedres (fra EDP-modellen).

Da jeg under hele interviewet er særlig opmærksom på min tætte relation til min makker, er jeg samtidig meget fokuseret på at træde ind i refleksionens domæne (jvf. Maturanans domæneteorien). Dette forsøger jeg bl.a. at gøre med spørgsmålet omkring, hvor min makker oplevede, at eleverne havde flest udfordringer i EDP-modellen. Her peger han uden at tøve på 'idéfasen'. Dette understreger min makker i øvrigt flere gange. Jeg forsøger derfor at forfølge dette og fortykne med et spørgsmål, hvor jeg spørger til om netop denne idéfase bør træde mere frem i vores lokale model, og at vi netop her bør arbejde mere eksplicit med denne iteration?! Dette tror min makker er rigtig vigtigt, da man er nødt til at udfordre elevernes idéer.

Interviewets udtalelser og udsagn begynder efterhånden at rykke ved min oprindelige forestilling om vores lokale models udformning. Jeg havde en forventning om, at vi skulle gøre den mere lineær end andre engineeringsmodeller. For man arbejder jo ofte med én delfase af gangen. Men ligesom min forventning om også at fjerne nogle af de iterative delfaser og eksplicite de tilbageværende, så viser det sig ikke at være den vej vores drøftelser igennem interviewet tager os.

Min makker svarer med et spørgsmål på mit spørgsmål, om vi skal favne det 'ikke-lineære'?; "... , jamen er det nogensinde lineært?" På fagteamdagen så og hørte vi nemlig de bedste intentioner fra vores kolleger om at arbejde med delfaserne (fra EDP-modellen) i den rækkefølge vi præsenterede dem for. Det viste sig dog hurtigt, at kun meget få af kollegerne formåede at efterleve deres egne intentioner, da de med det samme gik i gang med at konkretisere og konstruere deres umiddelbare idéer til løsninger.

Grundet min tætte relation til min makker i interviewet, så virker jeg kun sjældent som ekspertvejleder, men mere som en dialogisk samtalepartner og procesvejleder jvf. teorien omkring vejledningsrummets horisontale og vertikale dimensioner. Ved at pendle mellem handlingens og meningens landskab får jeg skabt retning i interviewet, og dermed initieret drøftelser og idéer frem mod vores fælles ambition om at få udviklet en lokal model for engineering.

Da jeg spørger min makker, om der reelt er et sted i de forskellige modellers delfaser, hvor man ikke kan forbedre (forfine) sit arbejde, svarer han, at det er der jo ikke!

Udover at vi gennem interviewet har nærmet os delfaser, som vi godt kunne tænke os at gøre 'større' og tydeligere, så er det oplagt også at undersøge, om der er nogle man kunne forestille sig at tone ned for. Her mener min makker ikke, at der er nogle. Dog bemærker han, at indholdet i de forskellige delfaser skal være relevant for det samlede forløb. Her refererer han til det faktum, at vi tilpassede det færdige forløb fra Engineer the future.dk, således at der var sammenhæng mellem de enkelte delfasers praktiske indhold.

Min makker konkluderer i øvrigt, at hvis eleverne er naturligt interesserede i forløbet indhold, så er de også motiverede.

Slutteligt samler jeg op på interviewet gennem præsentationen af tre hovedpunkter. Disse lød:

1. Det er ikke en udvidelse af 6F-modellen vi går med, men at gøre EDP-modellen til vores egen.
2. Den bedste feedback får man reelt fra den konkrete løsning.
3. Det sværeste for eleverne er at få idéer - så denne fase skal træde tydeligere frem i den model vi udvikler.

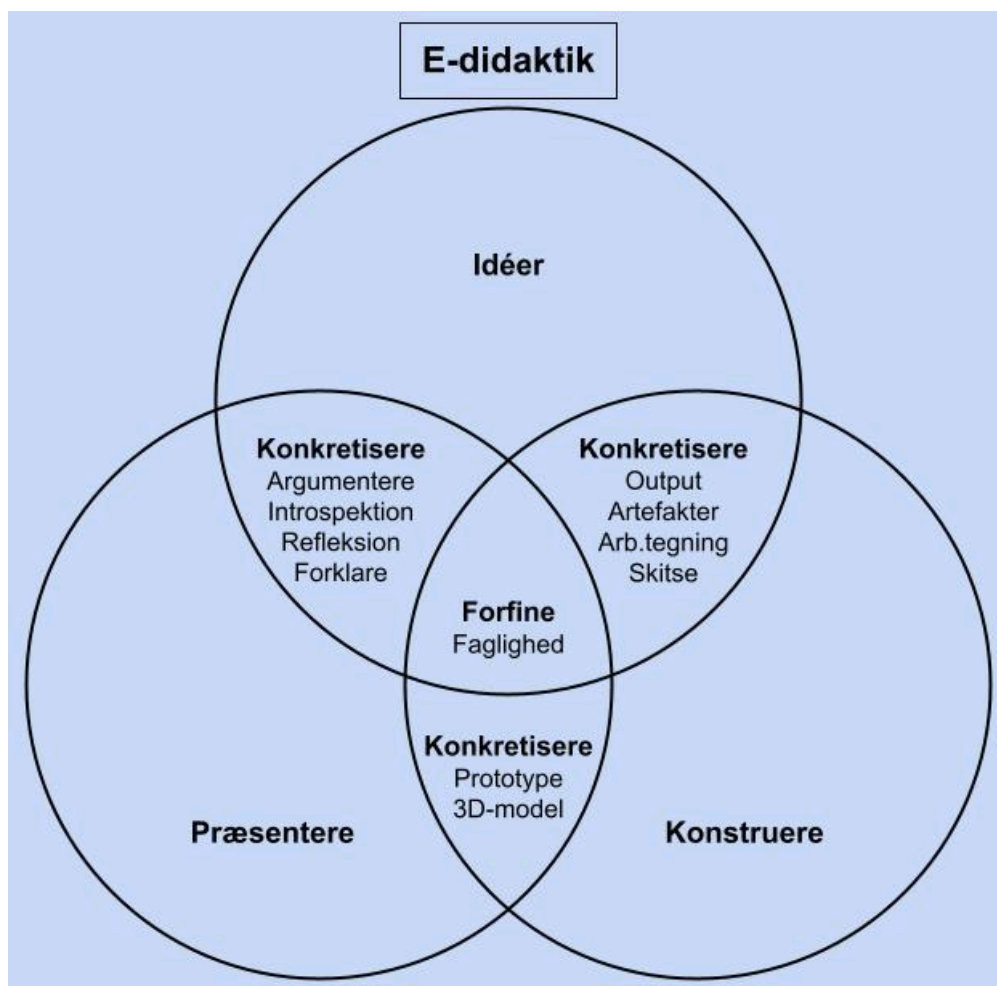
Fra 5E- over 6F- til 7F-modellen - og tilbage til EDP-modellen

Med udgangspunkt i de tre hovedpunkter fra interviewet, arbejdede min makker og jeg efterfølgende med at nå frem til en skitse for vores lokale didaktiske model og ramme for engineering. Interviewets empiri satte tydeligvis en anden retning mht. både mængden af iterationer, hvor eksplicit disse skulle præsenteres for eleverne, om den skulle være lineær eller cyklisk samt hvilken allerede eksisterende model vores egen lokale model skulle udvikles på baggrund af. Vi valgte at lade empirien råde.

Vi var tilbage ved et cyklisk udgangspunkt og med flere delfaser og iterationer end ambitionen var ved projektets start. Gamle skitser blev visket ud, og nye blev fremstillet. Vi havde fået pejlet os ind på, at mit iterationsgreb 'Forfine', og som jeg bl.a. ville supplere 6F-modellen med, ville vi beholde. Vi bevægede os dog efterhånden væk fra en videreudvikling af 6F-modellen og nærmede os i stedet en videreudvikling af EDP-modellen. Igennem dette arbejde og vores drøftelser undervejs, blev det tydeligt, at det at ekspliciterer delfasernes iterationer allerede forekom naturligt gennem elevernes arbejde i de enkelte delprocesser. Omdrejningspunktet her vil til alle tider alligevel være at forfine det eksisterende.

Endelig udformning af den lokale engineering-model

Arbejdet med at kondensere de områder vi fandt skulle træde tydeligere frem i vores model, og skitsere netop der, hvor der var sammenfald på tværs af områderne, endte med en 'tre-cirkel-model'. Herigennem kunne vi skitsere vores tre valgte fokusområder samtidig med, at evt. fællesmængder trådte tydeligere frem.



E-didaktik - lokal udviklet model til brug som didaktisk metode og ramme ifb. med engineering (Bilag 10)

'Idéer', 'Præsentere' og 'Konstruere' blev de primære og oplagte faser at tage udgangspunkt i. På tværs af disse tre faser to og to, skal elevernes arbejde konkretiseres, da ingen faser, eller overgange mellem disse, reelt foregår uden sådanne arbejdsgange. F.eks. skal en idé, førend den kan præsenteres, konkretiseres i form af (forberedt) argumentation og forklaringer, ligesom en idé ej heller kan omsættes til en konstruktion førend den er blevet konkretiseret i form af skitser, tegninger mm. Alle faser fra idéer, præsentere, konstruere over tre gange konkretisere, skal løbende og undervejs forfines og præges af de enkelte fasers (og den overordnede problemstillings) tilknyttede fagligheder. Vores 'tre-cirke-model' døbte jeg 'E-didaktik' med reference til engineering. Modellen optræder i sit udtryk nærmest tredimensionelt.

Nedenfor er illustrationen fra tidligere, hvor det fremgik, hvordan faserne og de iterative delprocesser på tværs af de didaktiske modeller hang sammen. Denne gang er MDS udeladt, for at give plads til vores nu lokalt udviklede model 'E-didaktik'.

I-STEM	6F	EDP	E-didaktik
Afklaring og motivering	Forudsætning og Fang	Forstå udfordringen	Idéer/Præsentere Konkretisere (Argumentere, Forklare, Refleksion, Introspektion) Forfine Faglighed
Idéudvikling	Fang	Få idéer	
Formidling	Forklar	Forbedre	
Opfølgning	Feedback	Forbedre	Idéer/Konstruere Konkretisere (Output, Artefakter, <u>Arbejstegning</u> , Skitse) Forfine Faglighed
Konstruktion	Forsk	Konkretisere, Konstruere og Forbedre	
Udforskning	Forsk	Forbedre og Undersøge	Konstruere/Præsentere Konkretisere (Prototype, 3D-model) Forfine Faglighed
<u>Kontekstua-</u> <u>lisering</u>	Forlæng	Præsentere	

Illustrationen 'Faser på tværs af didaktiske modeller' - nu med E-didaktik indsat (Faserne fra MDS er udeladt) (Bilag 11)

Min kollega og jeg glæder os til at få vores lokale model med titlen 'E-didaktik' introduceret for vores kolleger. Med udgangspunkt i at tilbyde os som ikke bare vejledere, men også 'varme hænder' i en STEM-praksis, vil vi medvirke til den målstyrede adfærd (jvf. teorien om Collective Efficacy). Herved går vi i en forstand forrest, og medvirker samtidig til en 'Deprivatisering af praksis' (jvf. teorien om PLF). Selvom min arbejdsplads og særligt min afdeling allerede opleves som et professionelt læringsfællesskab, er der altid rum for udvikling.

Det vil i øvrigt lette den såkaldte monitorering af indsatsen (jvf. teorien om Collective Efficacy), at vi er deltagende i den indledende afprøvning af E-didaktik-modellen, da den feedback vi herved får fra kolleger og elever kan foldes mere ud.

Konklusion

Det lykkedes mig, sammen med min kollega i STEM-projektet, at få skabt en fælles forståelse for engineering som didaktisk ramme for undervisning i STEM. Det er dog for tidligt at konkludere på, om det også lykkedes at etablere en fælles kultur heromkring. Selvom denne slags tager tid, er jeg dog ikke i tvivl om, at det vil komme til at lykkes. På min arbejdsplads opfylder vi mange af kriterierne gemt i Collective Efficacy, ligesom vi har fyldt alle søjlerne fra teorien om PLC godt op.

Det lykkedes mig også at fremstille en lokal model for engineering. Gennem indsamling af empiri og et tæt samarbejde med min makker i STEM-projektet har modellen taget sit udspring i en lokal diskurs. Dette håber jeg, får den betydning for mine kolleger, at den opleves mere operationel og vedkommende for og i deres egen praksis.

Der har siden starten af halvfemserne været et fokus på at operationalisere STEM-undervisning (Svabo et al., 2024, s. 228), men det kræver et fokus på at flere lærere, på alle niveauer i uddannelseskæden, ikke blot vedbliver med at udvikle sig til enkeltfaglige

lærere, men til STEM-lærere. Dette håber jeg i al beskedenhed, at E-didaktik-modellen og dens implementering vil medvirke til lokalt - på vores to matrikler.

Kigger vi igen på LabSTEMs tre punkter (se s. 12), der skal fokuseres på, hvis det skal lykkes med flere kvalificerede STEM-forløb, så har jeg med både afprøvningen af diverse STEM-forløb og indholdet på fagteamdagen indfriet alle tre. Ikke bare har jeg skabt mulighed for udvikling ind i en tværfaglig didaktisk praksis, men også præsenteret kollegerne for konkrete materialer, som uanset indhold understøttes af den lokalt udviklede engineeringsmodel.

Det har været spændende at forfølge det, som empirien pegede på, og ikke ensidigt gå efter min oprindelige formodning i opfyldelsen af ambitionen om en lokal model.

Min arbejdsplads bærer på whiteboards og opslagstavler med ophængte skitser og artefakter præget af, at flere udkast til en lokal model har været i spil. Disse tidligere skitser kan selv siges at være iterationer af det lokale udviklingsarbejde, og selvom jeg og min makker nu står med en endelig og lokal velfunderet didaktisk model for engineering, så må også den være at betragte som en iteration, som vi må vedkende os altid skal gøres til genstand for optimering. Vi vil i vores eget arbejde blive ved med at forbedre og ikke mindst forfine vores E-didaktik.

Perspektivering

Kigger vi tilbage på de fem principper for STEM-didaktik fra LabSTEM-projektet (se s. 11), så er én ting at kunne udvikle og arbejde med en lokal forankret didaktisk metode og rammemodel for engineering, en anden ting er at kunne arbejde med planlægning over gennemførelse til evaluering af et helt STEM-forløb. I bogen 'STEM-didaktik' optræder udover de fem principper for STEM-didaktik også et STEM-rammевærk, som kan anvendes til netop planlægning af STEM-aktiviteter i folkeskolen (Svabo et al., 2024, s. 80).

Rammевærket lægger med sit fokus på dannelse op til, at der i gennemførelsen af STEM-forløb samtidig arbejdes med alle seks kompetenceområder inden for elevernes 21st Skills (Videnscenterportalen, n.d.).

Jeg vil ifb. med implementeringen af E-didaktik være nysgerrig på, hvilke 21st Skills som træder særligt tydeligt frem - og hvordan modellen i sin helhed medvirker til elevernes naturfaglige dannelse.

Litteraturliste

- Albrechtsen, T. R. S. (2021). *Professionelle læringsfællesskaber: teamsamarbejde og undervisningsudvikling* (1. ed.). Dafolo.
- Børne- og undervisningsministeriet. (2021). *Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning*. Rambøll.
- Bruhn, E. S., Funch, S., & Jensen, A. K. (2022). I-STEM – en didaktisk model for integreret STEM-undervisning. *MONA*, (4), 108-121.
<https://tidsskrift.dk/mona/article/view/134925/179721>
- CFU Absalon & Schrøder, A. (2024, 10. 2.). *CFU Absalon*. Ny podcast: I gang med STEM-undervisningen med Astrid Schrøder. Retrieved 10. 2., 2024, from <https://cfu.phabsalon.dk/ny-podcast-i-gang-med-stem-undervisningen-med-astrid-schroeder>
- Danmarks Evalueringsinstitut. (2023). *Kortlægning af folkeskolers arbejde med praksisfaglighed*. EVA.
- Donohoo, J., & Katz, S. (2019, 7 1). What Drives Collective Efficacy. *ascd*, (76), 25-29.
<https://ascd.org/el/articles/what-drives-collective-efficacy>
- Engineer the future. (n.d.). Engineer the Future - Danmarks teknologiske alliance. Retrieved December 20., 2024, from <https://engineerthefuture.dk/>
- Engineer the future.dk. (2022). *Engineering i skolen - hvad, hvordan, hvorfor* (Revideret ed.). Retrieved 12 23., 2024, from https://engineerthefuture.dk/media/rtobuj2p/engineering-didaktik_web.pdf
- Krogh, L. B., & Andersen, H. M. (2019). *Fagdidaktik i naturfag* (1. ed.). Frydenlund.
- Kvale, S. (2014). Udførelse af interview. In *Interview: introduktion til et håndværk* (2. ed., pp. 143-162). Hans Reitzel.
- Madsen, L. M., Evans, R., & Bruun, J. (2020, 03 05). Undersøgelsesbaseret undervisning: 6F-modellen - dens tilblivelse og udvikling i Danmark. *MONA*, (1), 26-44.
<https://tidsskrift.dk/mona/article/view/118890/166745>

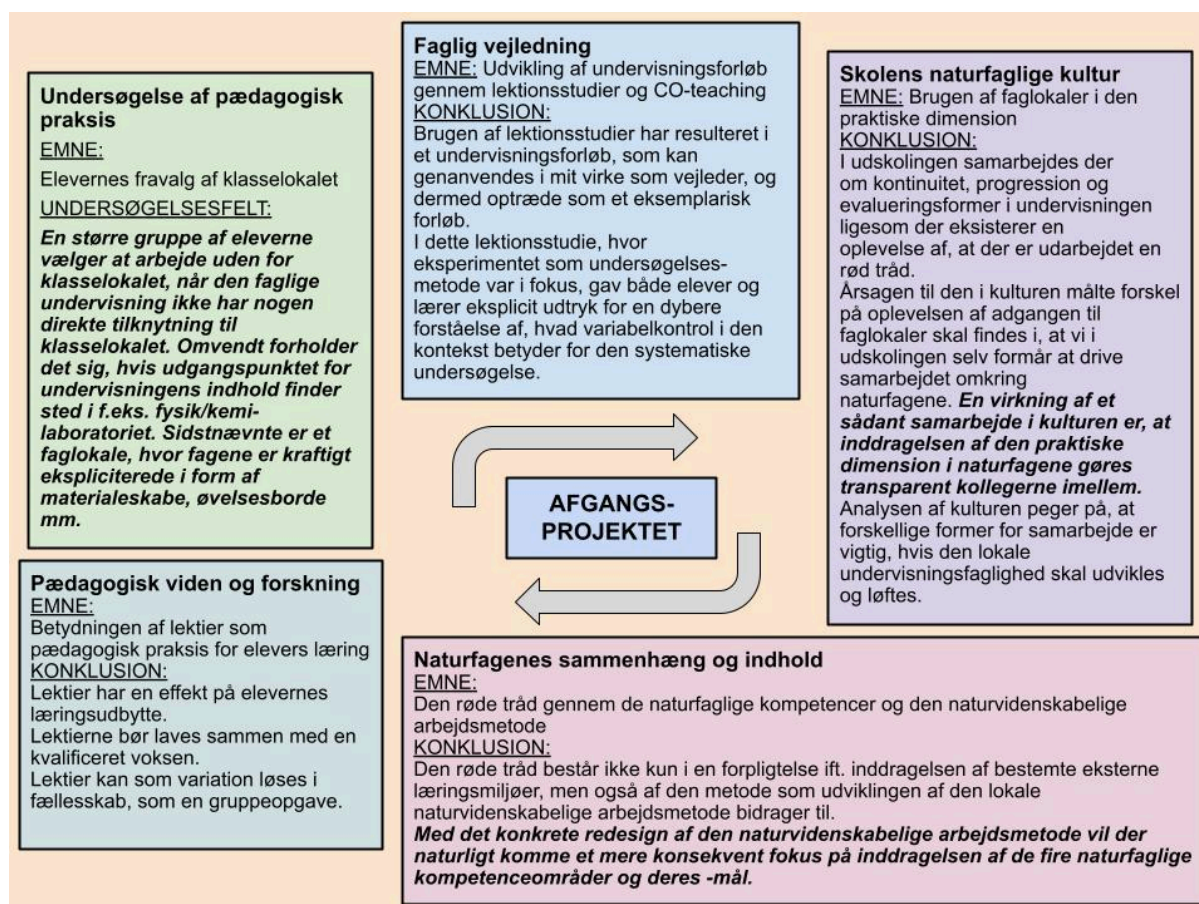
- Mottelson, M., & Muschinsky, L. J. (2020). *Undersøgelser - videnskabsteori og metode i pædagogiske studier* (2. ed.). Hans Reitzel.
- Petersen, V. (2014). Hvad er vejledning i pædagogiske kontekster? In B. Bro, M. Jørgensen, & V. Boelt (Eds.), *Vejledning - teori og praksis* (pp. 9-27). Kvan.
- Sillasen, M. K., Daugbjerg, P. S., & Nielsen, K. (2017). Engineering - svaret på naturfagernes udfordringer? *MONA*, (2), 64-82. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36656/37952>
- Svabo, C., Moeskær Larsen, D., Borch, K. B., Als, M. K., & Holm Svendsen, M. W. (2024). *STEM-didaktik: med fokus på matematik til grundskole, gymnasie og dagtilbud*. Syddansk Universitetsforlag.
- Undervisningsministeriet. (2018). *National naturvidenskabsstrategi*. Undervisningsministeriet.
- Videnscenterportalen. (n.d.). *21st Skills*. 21. århundredes kompetencer. Retrieved 11 26., 2024, from <https://videnscenterportalen.dk/vfv/21st-skills/>
- Westmark, T. (2012). *Konsulent - men hvordan? narrativt konsulentarbejde i praksis* (1. ed.). Akademisk Forlag.

Bilag 1

DE FEM MODULER - titler og konklusioner

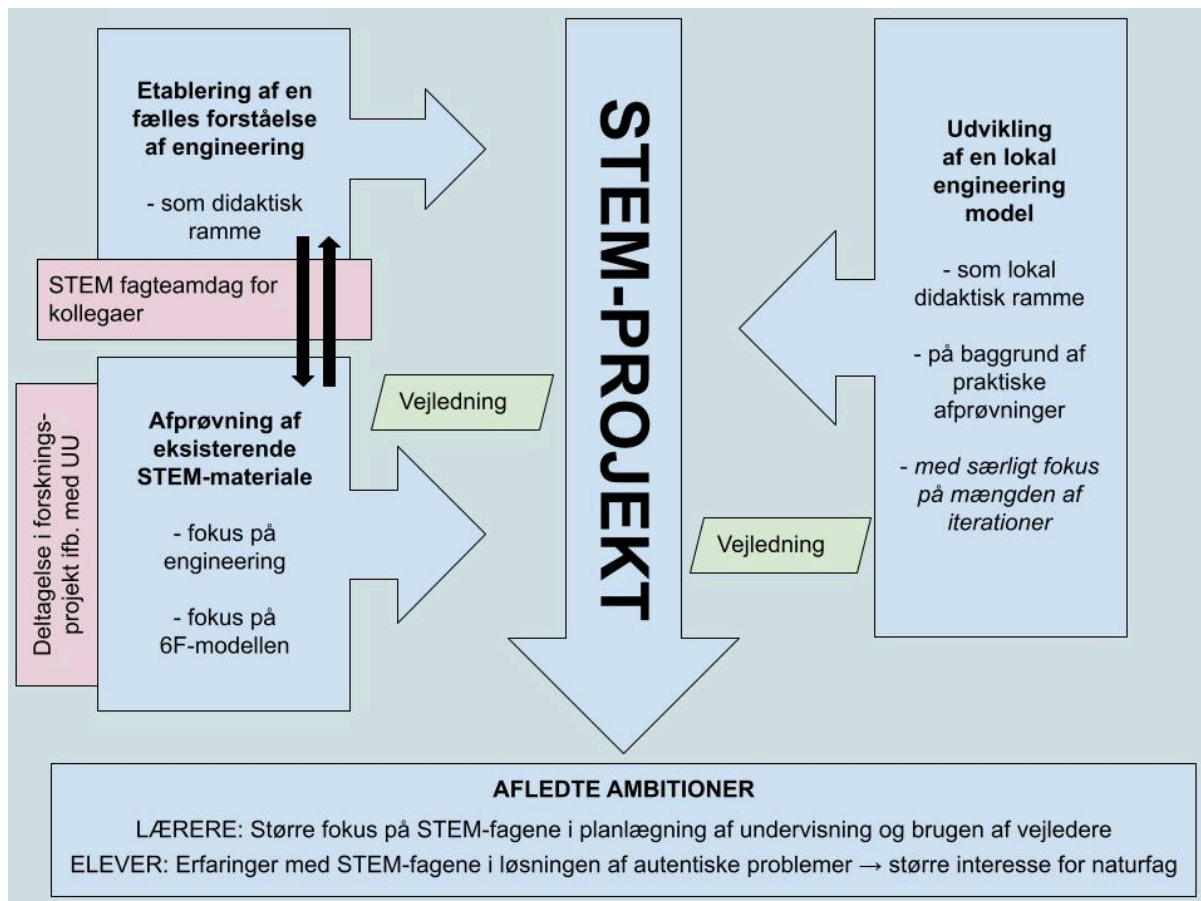
Læst i følgende rækkefølge:

1. Faglig vejledning
2. Skolens naturfaglige kultur
3. Naturfagenes sammenhæng og indhold
4. Pædagogisk viden og forskning
5. Undersøgelse af pædagogisk praksis



Bilag 2

STEM-PROJEKTET - lokale ambitioner



Bilag 3

Samlet oversigt af spørgsmålene fra spørgeskema 1+2

1. Spørgeskema	2. Spørgeskema
Har du ved tidligere lejlighed gennemført et STEM-forløb i din undervisning (færdig- eller selvproduceret)?	Har du planer om at gennemføre et STEM-forløb i din undervisning (færdig- eller selvproduceret) indenfor det næste år?
Hvilket område i STEM føler du dig mest udfordret på at opfylde i din praksis? (Vælg ét)	Hvilket område i STEM føler du dig mest udfordret på at opfylde i din praksis? (Vælg ét)
Når man gennemfører et STEM-forløb er det vigtigt, at eleverne får mulighed for at forbedre deres løsning på det valgte problem. Hvor mange gange vil du som minimum forvente, at dine elever skulle forbedre deres løsning?	Når man gennemfører et STEM-forløb er det vigtigt, at eleverne får mulighed for at forbedre deres løsning på det valgte problem. Hvor mange gange vil du som minimum forvente, at dine elever skulle arbejde iterativt og undervejs forbedre deres løsning?
Skriv her, hvilke andre didaktiske metoder du vil sidestille med Engineering i STEM?	Skriv her, hvilke andre didaktiske metoder du vil sidestille med Engineering i STEM?

Bilag 4

Spørgeskema 1

STEM på [REDACTED] (1)

Spørgeskema 1 om projekt-STEM på [REDACTED] - med særligt fokus på Engineering (som didaktisk metode).

Spørgeskemaet genudsendes som 'Spørgeskema 2', efter STEM-fagteamdagen.

* Spørgsmålet er obligatorisk

1. Mailadresse *

2. Har du ved tidligere lejlighed gennemført et STEM-forløb i din undervisning (færdig- eller selvproduceret)? *

Markér kun ét felt.

- Ja
 Nej

3. Hvilket område i STEM føler du dig mest udfordret på at opfylde i din praksis? *
(Vælg ét)

Markér kun ét felt.

- S-cience
 T-echnology
 E-engineering
 M-athematics

Bilag 4 - fortsat -

Spørgeskema 1

4. Når man gennemfører et STEM-forløb er det vigtigt, at eleverne får mulighed for ^{*} at forbedre deres løsning på det valgte problem.
Hvor mange gange vil du som minimum forvente, at dine elever skulle forbedre deres løsning?

Markér kun ét felt.

- 0 gange
 1 gang
 2 gange
 3 gange

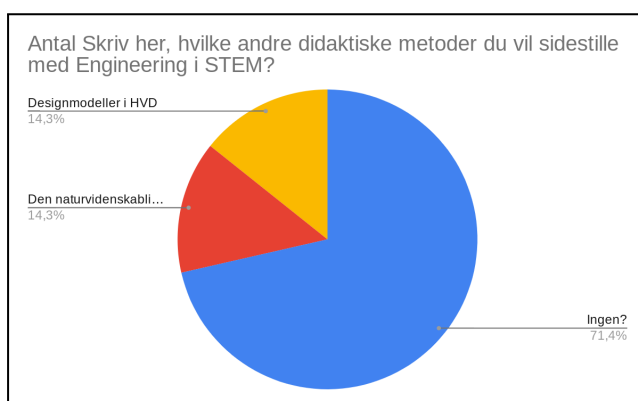
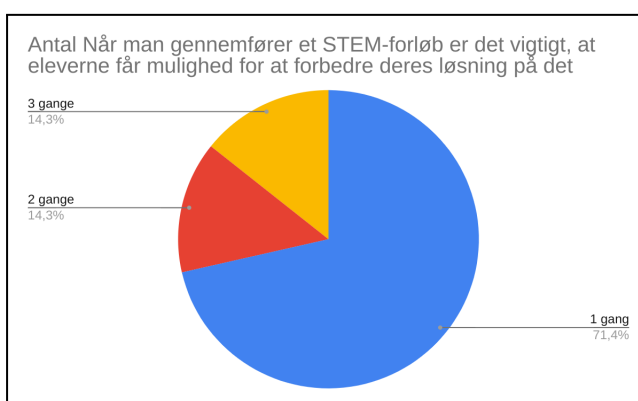
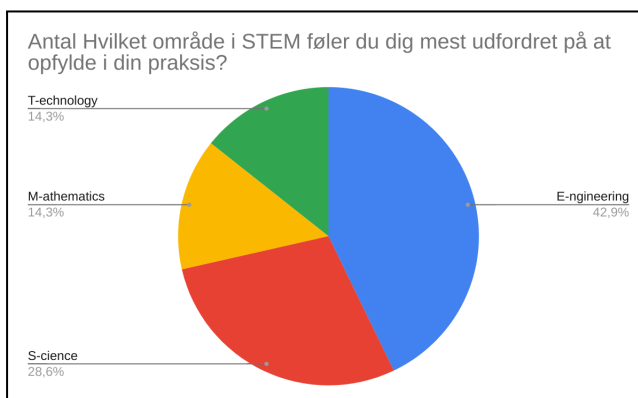
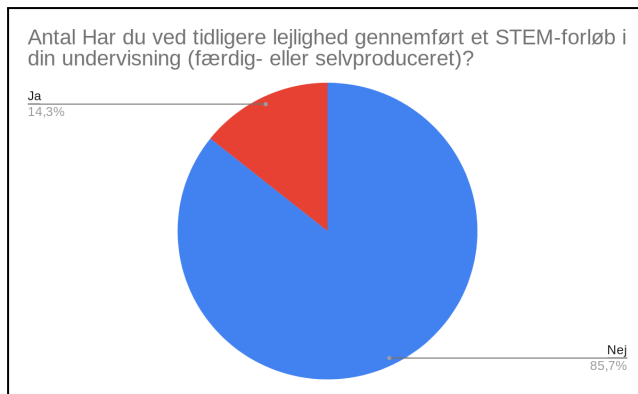
5. Skriv her, hvilke andre didaktiske metoder du vil sidestille med Engineering i STEM?

Dette indhold er hverken oprettet eller godkendt af Google.

Google Analyse

Bilag 5

Data fra Spørgeskema 1



Bilag 6

Spørgeskema 2

STEM på [REDACTED] (2)

Spørgeskema 2 om projekt-STEM på [REDACTED] - med særligt fokus på Engineering (som didaktisk metode).

Spørgeskemaet er udsendt efter 'Spørgeskema 1' og efter STEM-fagteamdagen.

* Spørgsmålet er obligatorisk

1. Mailadresse *

2. Har du planer om at gennemføre et STEM-forløb i din undervisning (færdig- eller selvproduceret) indenfor det næste år? *

Markér kun ét felt.

- Ja
 Nej

3. Hvilket område i STEM føler du dig mest udfordret på at opfylde i din praksis? *
(Vælg ét)

Markér kun ét felt.

- S-science
 Technology
 E-engineering
 M-mathematics

Bilag 6 - fortsat -

Spørgeskema 2

4. Når man gennemfører et STEM-forløb er det vigtigt, at eleverne får mulighed for ^{*} at forbedre deres løsning på det valgte problem.
Hvor mange gange vil du som minimum forvente, at dine elever skulle arbejde iterativt og undervejs forbedre deres løsning?

Markér kun ét felt.

- 0 gange
 1 gang
 2 gange
 3 gange

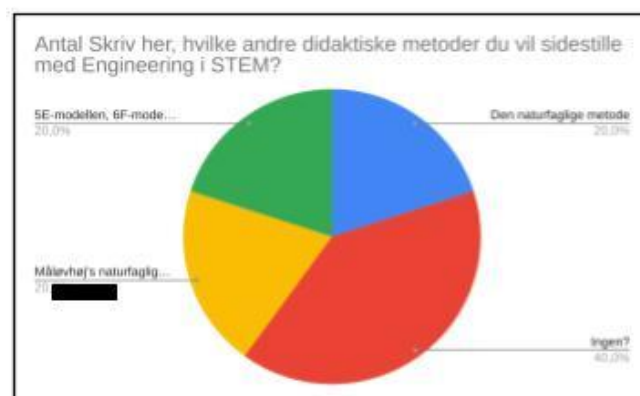
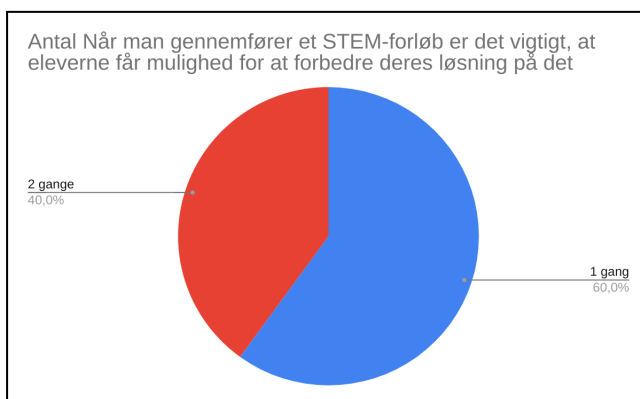
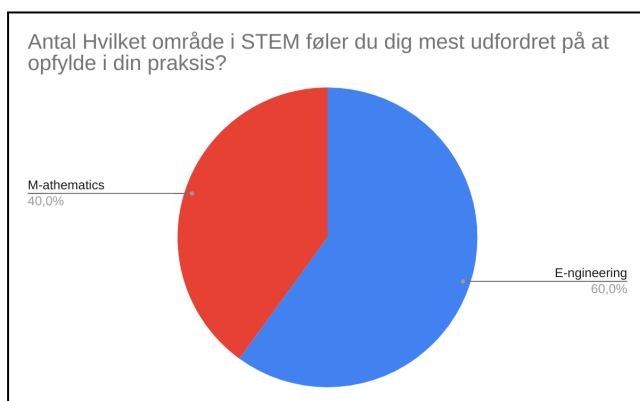
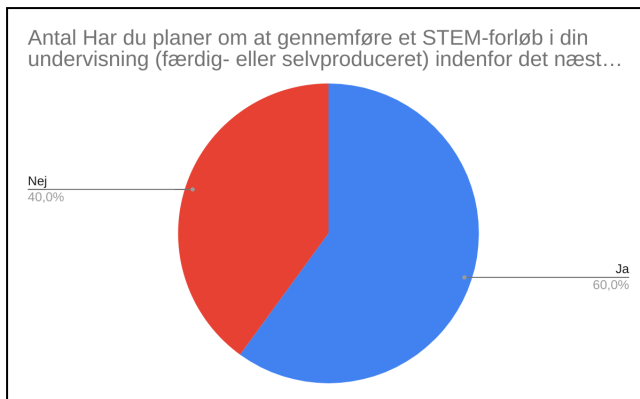
5. Skriv her, hvilke andre didaktiske metoder du vil sidestille med Engineering i STEM?

Dette indhold er hverken oprettet eller godkendt af Google.

Google Analyse

Bilag 7

Data fra Spørgeskema 2



Bilag 8

Spørgeguide til gruppeinterview

	Interviewspørgsmål (operationalisering)			
	Fortidsorienteret		Fremtidsorienteret	
Undersøgelses spørgsmål	Lineære spørgsmål (afklarende)	Cirkulære spørgsmål (perspektiverende)	Refleksive spørgsmål (perspektiverende)	Strategiske spørgsmål (afklarende)
Hvad har særlig indvirkning på, om et STEM-forløb besluttet gennemført?	Har I gennemført et STEM-forløb? (eget- eller færdigproduceret)	Hvornår vælger I typisk at arbejde flerfagligt i jeres undervisning?	Hvorfor kan gennemførelse af STEM-forløb af nogle kollegaer virke uoverskueligt?	Hvorfor virker akronymet STEM tiltalende for mange af interessenterne i og omkring folkeskolen?
Hvad tilbyder (integreret) STEM-undervisning, som anden (mono- som flerfaglig) undervisning ikke tilgodeser?	Hvor ser I forskellen mellem STEM-undervisning og flerfaglig undervisning generelt?	Hvad kan I pege på, som er særligt specielt ved STEM-undervisning?	Hvordan ser det helt optimale STEM-forløb ud?	Hvilke fordele er det ved STEM-forløb, som virker motiverende for elever?
Hvilke muligheder (og udfordringer) er der gemt i engineering som didaktisk ramme?	Hvad er den største udfordring ifb. med STEM-undervisning?	Hvilke muligheder rummer STEM-undervisning?	Hvilke rammer og forhold stiller gennemførelse af STEM-undervisning særlige krav til?	Hvad kan den didaktiske ramme (ikke nødvendigvis EDP) i relation til STEM?
Hvilke andre didaktiske tilgange kan sidestilles med engineering?	Hvilke didaktiske modeller har I gode erfaringer med fra egen undervisning?	Hvornår virkede jeres valg af didaktisk model særligt godt i gennemførelsen af jeres undervisning?	Hvilket fokus er det særligt vigtigt at have ifb. med gennemførelsen af STEM-forløb?	Hvordan ser den optimale didaktiske ramme (engineering) for STEM ud?

Bilag 9

Resumé af transskription fra interview

Dette resumé er skabt på baggrund af en transskription fra interviewet på 60 sider

Interviewpersonen kender til genstandsfeltet for interviewet, hvorfor han selv starter interviewet netop der, hvor han synes det er interessant.

Men jeg. Jeg tror bare ikke det der med de F'er der. Jeg synes, at det er svært at fjerne nogen af dem. Det er fordi, at det er det, der gør det til en designproces-model, at de (eleverne) går igennem dem. Så hvis man bare siger, at vi skal have færre, for ellers forvirrer vi eleverne, så snyder vi dem også for oplevelse af at komme hele vejen igennem. For ellers så nærmer vi os jo ikke en model for udskolingen, men en af dem, som vi i forvejen kiggede på, hvor man kompleksitetsreducerer modellen på forhånd til et lavere klassetrin..., men jeg kunne godt se jo flere vi fylder på, jo mere komplekst bliver det også og både at gennemføre og forstå for eleverne.

Så det du faktisk er ved at svare på, det er hvordan ser den optimale didaktiske ramme for STEM ud?

Ja, det synes jeg også vi snakkede om på fagteamdagen i virkeligheden ikke, og det er jo også det, det udspringer af, den diskussion. Altså netop om det er for komplekst for eleverne at følge de der modeller, som vi har, som vi har kigget på hidtil, for eksempel den vi har brugt i håndværk og design eller EDP-modellen som du har introduceret?

Jamen så det kommer an på hvad man fjerner. Altså fordi den, som du har tilføjet, som hedder Forfine, det er jo i virkeligheden det iterations greb, som vi ligesom har valgt at indføre ikke, at det skal hedde forfine, så hvis det er det man vælger at tage væk, så fjerner man en stor del af det, som der er baggrund inden for engineering og designarbejde, fordi så har man ikke muligheden for hverken at gøre det bedre eller forbedre.

Jeg kunne godt tænke mig at spørge. Virker Forfine som det 7. F, eller er det egentlig bare et andet ord for Feedback, som jo allerede er en del af 6F-modellen?

Hvis vi kigger på det projekt vi har lavet, så synes jeg ikke at lærer-feedbacken som sådan er det samme som Forfine, fordi der stjæler vi jo i virkeligheden muligheden fra dem (eleverne) for at kunne Forfine deres opgave, efter vi druknede deres hus.

Der er det jo deres produkt, der giver feedback til dem, om det fungerer eller ej.

Så det der med at få tingene ud og blive testet, og på baggrund af det Forfine, Forbedre, Udvikle, hvad man nu vil kalde det, var det den iteration, som der er den vigtige faktisk. Det der med, at man har mulighed for at gå ind og få materialet eller produktet man arbejder med til at give én feedback, det er en anden form for, hvad hedder det oplæg, til at forfine det man arbejder med end det de får fra lærerne?

For di ellers så ved vi godt. Det har vi jo været lærere længe nok til at vide, at de har jo et usagt mantra eleverne, der hedder; det er godt nok til mig når de har lavet én opgave.

Hvis nu vi siger, at de (eleverne) skulle forfine deres produkt, hvor du siger, at den prototypetest jo faktisk er den feedback de får. Det er ikke sådan en 'peer to peer feedback', det er jo egentlig en 'prototype to peer feedback' ikke, og lad os nu sige, at produktet virker, men at vi jo alligevel har ambitioner om, at de skal Forfine et eller

andet, ser du så..., Nikolais (*anden kollega udenfor den naturfaglige blok, men tilknyttet kommunens lærerteam omkring teknologiforståelse*) idé om at få Art ind over STEM (STEAM), fordi som jeg ser det, så er det jo et eller andet sted en udtømmelig æske for også at kunne Forbedre, Forfine noget i forhold til udtryk. Ser du også det samme?

Hvad er grundighed i et eller andet omfang? Hvornår ser noget ordentligt ud? Altså så handler det jo lige pludselig ikke kun om kvaliteten er i orden, men også om det er pænt det man har fået lavet, og det sætter nogle andre krav til eleverne, fordi det sætter krav til deres håndværksmæssige kunnen.

Det handler også om tålmodighed. Det handler om fordybelse for, at det skal komme til at spille. Jeg tror godt, at det art...kan godt byde ind.

Hvad for en af faserne synes du fungerede bedst i EDP-modellen? Var der et eller andet der hvor de (eleverne) var fanget inde i auditoriet?

Der var helt klart en god sådan forståelse og indlevelse i, hvad går det her oversvømmelsesproblem egentlig ud på.

De gik altså også rigtig grundigt ind i selve konstruktionsdelen omkring det her med at blive hands-on på andendagen og få bygget de her huse. Det var helt klart de to faser, de havde nemmest ved at gå til.

Når nu eleverne bliver introduceret, eller kollegerne,... for sådan en EDP-model ikke, hvor der jo selvfølgelig også gemmer sig nogle F'er, så er den jo meget eksplicit som didaktisk ramme, og det er der måske nogle elever der ikke er vant til i andre sammenhænge. Jeg ved godt hos dig i håndværk og design, der oplever de det eller i forbindelse med Edison-projektet. Kunne man forestille sig, at det måske ikke er 6F-modellen du og jeg udvikler til en 7F-model, men at det måske er en EDP-model vi udvikler til en EDPøs-model?

Det kunne man sagtens gøre. Altså jeg tror jo, at vi har rigtig mange kolleger som der, når de sætter gang i et eller andet, så bruger de i virkeligheden den her EDP-model, altså uden at vide det.

Det er jo derfor de også er cirkulære eller hvad skal man kalde dem de her modeller, fordi man kan jo godt gå direkte i løsningsmode, og så bliver man måske derigennem tvunget direkte tilbage til idefasen eller konkretiseringsfasen for at finde ud af, hvad er det egentlig problemet er og så derigennem forbedre og forfine den løsning, som man egentlig allerede var begyndt på.

Hvor havde de fleste udfordringer i hele EDP-modellen fordi den jo netop var delt op sådan lidt lineært gennem de forskellige faser?

Jamen jeg er slet ikke i tvivl om, det ser jeg også i min håndværk og design undervisning, at det er i idéfasen, at de (eleverne) har det sværest med at få mere end én idé.

Så lad os sige, at den idé fase den skal vi så have gjort noget ved, og det er fordi, hvis vi oplever det, så oplever vores kolleger det også. Vi så det også hos kollegerne på fagteamdagen. Kunne man så sige at, det er der, man måske skal være lidt eksplicit med det iterative?

Det tror jeg er rigtig vigtigt. Jeg tror det er vigtigt, at man ikke bare siger; her, lav en brainstorm, og så tager jeg en ide, men man er nødt til at udfordre elevernes ideer.

Men ofte er det svært,...synes jeg. Jeg synes det er noget af det allersværeste. Det er at få gode ideer.

Jeg tænker sådan ud af boksen, at rent grafisk kunne man jo så egentlig arbejde med den (idéfasen) også; det der med at fremhæve den på vores lokale model. At den måske i ligesom EDP-modellen, og andre modeller vi er faldet over, så er det udtrykt på forskellig vis grafisk, hvor nogle af de her faser er større end andre. Det er det jo for eksempel bare i den måde, de i EDP-modellen på 'Engineer The Future' har valgt at fremstille det at forstå udfordringen og præsentere, den er egentlig, det de store bobler, ikke?

Nu sidder jeg også lige og tænker, at den der med at præsentere, det bør også være en stor boble, men den burde faktisk være der flere gange. Fordi i min optik, og det gør vi jo, så starter vi altid, når vi har fået vores ide. Så skal de (eleverne) jo fortælle hvad ideen er. Det er jo en præsentation allerede der, og få tryktestet, hvad er det her egentlig for en ide? Og så får man jo noget feedback. Er det en god ide, er det en dårlig ide. Hvad har I tænkt jer, hvordan kommer I videre herfra?

...Allerede der starter præsentationsdelen faktisk, med at ja, og trykprøve sin idé og derfra, så er vi jo tilbage ved, at så skal det jo Forfines i et eller andet omfang.

Man kunne faktisk Forfine på baggrund af en feedback der, når de (eleverne) præsenterer ideerne, og så er vi der, hvor vi egentlig begge synes det der med, at når de så har noget konkret noget, så skal de faktisk igennem fase, hvor de skal forbedre det... Men, men måske er det de to steder, hvor vi finder det mest vigtigt?

Ja ja, men..., og nu ved jeg godt, nu gør jeg det bare mere komplekst selv, det kan jeg godt mærke, men det der med, hvis der er noget der skal Forbedres, så er de jo også nødt til at have haft præsenteret eller gjort et eller andet for, ja, at de ved, hvad der skal forbedres, ikke? Så altså den, jeg kan mærke, at den der EDPøs-model, den bliver alt andet end cirkulær, den bliver mere eller mindre en garnnøgle der skal bindes op

Ja, og du og jeg, vi har jo talt om, om noget kunne gøres lineær, fordi eleverne har nemmere ved at være i noget lineært... Og så prøvede vi i den sammenhæng at gøre EDP-modellen lineær, fordi det gør man også i nogle af de andre forsøg...(f.eks.) på STX... Så håbede vi på, at vi kunne finde et eller andet sted, hvor der var et større fokus på noget iterativt. Og det virker jo som om, i hvert fald på baggrund af de erfaringer, vi har høstet, at det var så i forhold til at få ideer og din erfaring fra håndværk og design, den synes jeg vi skal gå med. Og så det der med at præsentere. Måske skal man favne, at det ikke skal være lineært på baggrund af det, du sluttede med at sige før?

Ja, jamen er det nogensinde lineært? Får man nogensinde den gode ide som den første ide. Eller får man den undervejs i en arbejdsproces, så man er nødt til at starte forfra.

Kunne man forestille sig en model, hvor man så arbejder på, at det med at få ideer, hvis det skal være det gennemgående, at så er det det, der er den store boble?

Altså den vi har tænkt, som den der tredimensionelle, hvor man ser på flere. Jamen jeg sad lige og tænkte på det samme, nemlig i forhold til at måske er vores i virkeligheden model, det er den der kugle, hvor det ikke kun spiller sammen på den her led. Altså hvad skal man

sige på den?...Lad os sige z-aksen. Men den spiller også sammen på både y- og på x-aksen.

Er det det der med at forfine idéerne. Er det der vi er? Det jeg bare lige prøver at udfordre, det er, at i alle de her faser, der kunne man jo, nu står der forbedre her i EDP-modellen ikke, hvilke af faserne vil man ikke kunne forbedre sit arbejde i?

Jamen, det er der jo ikke nogen af. Faserne man ikke kan altså.

Præcis. Det er lidt ikke-testen ikke?

Jo.

Hvis du skulle pege på...? Ville der være et område (en fase),...hvor du tænker, at den her kunne vi godt tone ned for?

Jeg synes ikke der var nogen steder i det forløb vi lavede, hvor at det i forhold til at Forfine, at der var noget de havde der blev leveret, som var grundigt gennemarbejdet. Det synes jeg ikke, så i forhold til at tone ned...hmm.

Men i forhold til forløbet. Det nævnte jeg også lidt tidligere. Der var de Scienceorienterede aktiviteter i det her forløb, med at måle brudstyrke, de var ikke vigtige for resten af forløbet.

...Hvad kunne vi arbejde med, når det er STEM? Er det egentlig bare de ideer?...eller kunne man tænke helt anderledes, når noget skal præsenteres?

Jamen skal jeg formidle mit resultat. Skal jeg præsentere mit hus? Ja, det gør jeg. Det så sådan her ud. Vi har tænkt sådan og sådan, okay fedt nok. Men når vi så hælder vand på, så består konkurrencen i virkeligheden i, er mit hus bedre...? Så der kommer et konkurrenceelement ind over nogle af de her forløb, som vi jo normalt arbejder sådan lidt STEM-agtigt med, som gør, at formidlingen også i et eller andet omfang bliver lidt mærkelig på en eller anden måde, ikke altså fordi det netop har det der element af konkurrence, som jo er sindssygt motiverende for eleverne. Og ikke så, ja præsentationsvenligt i virkeligheden.

Er den der 'Præsentere' så reelt lidt kunstig?

Nej, ja det kommer an. Det kommer an på, hvad det er der er formålet. Altså det kommer an på. Jeg tror godt vi kunne have, hvis man var gået mere ind i husene for eksempel om og som vi jo også gjorde efterfølgende med Mette og hendes vejlederdel, at de (eleverne) går ind og kigger på; jamen hvad er det for nogle håndværk der skal til for det her, før det bliver et ordentligt hus. Så er det en anden præsentation lige pludselig, så er det ikke bare at se vores hus skal flyde eller se vores huse står på pæle. Det bliver ikke vådt, så bliver det noget, hvad hedder sådan noget karrierelæring på en eller anden måde? I stedet for, ikke!?

Hvad var det der fungerede rigtig godt ved vores forløb med sæbekassebilerne? Hvis vi tænker STEM der, der prøvede vi jo at benytte os, ikke af en EDP-model, men af en mere skjult 6F-model jo.

Ja, ja der var vi jo vi var ikke lige så, jo vi var faktisk også eksplicit i den og gik ind i hvert fald på dag to, at nu var vi ovre i at nu skulle vi i gang med at konkretisere og konstruere, men den første dag der brugte vi jo en del af tiden på overhovedet at sætte sig ind i, hvad er det for et univers vi arbejder i?

Og så ramte vi jo altså også, et specielt de tre drenge der lavede en mega fed bil, et segment som var interesseret i bilerne og det skal man ikke underkende, hvor meget det også er er en motivationsfaktor for nogle, at de er naturligt interesseret i det.

Og hvis vi tænker på det iterative i den proces, da de byggede bilerne, der oplevede vi jo faktisk, at der var det ligesom om, at det var selvforstærkende, og det kørte af sig selv.

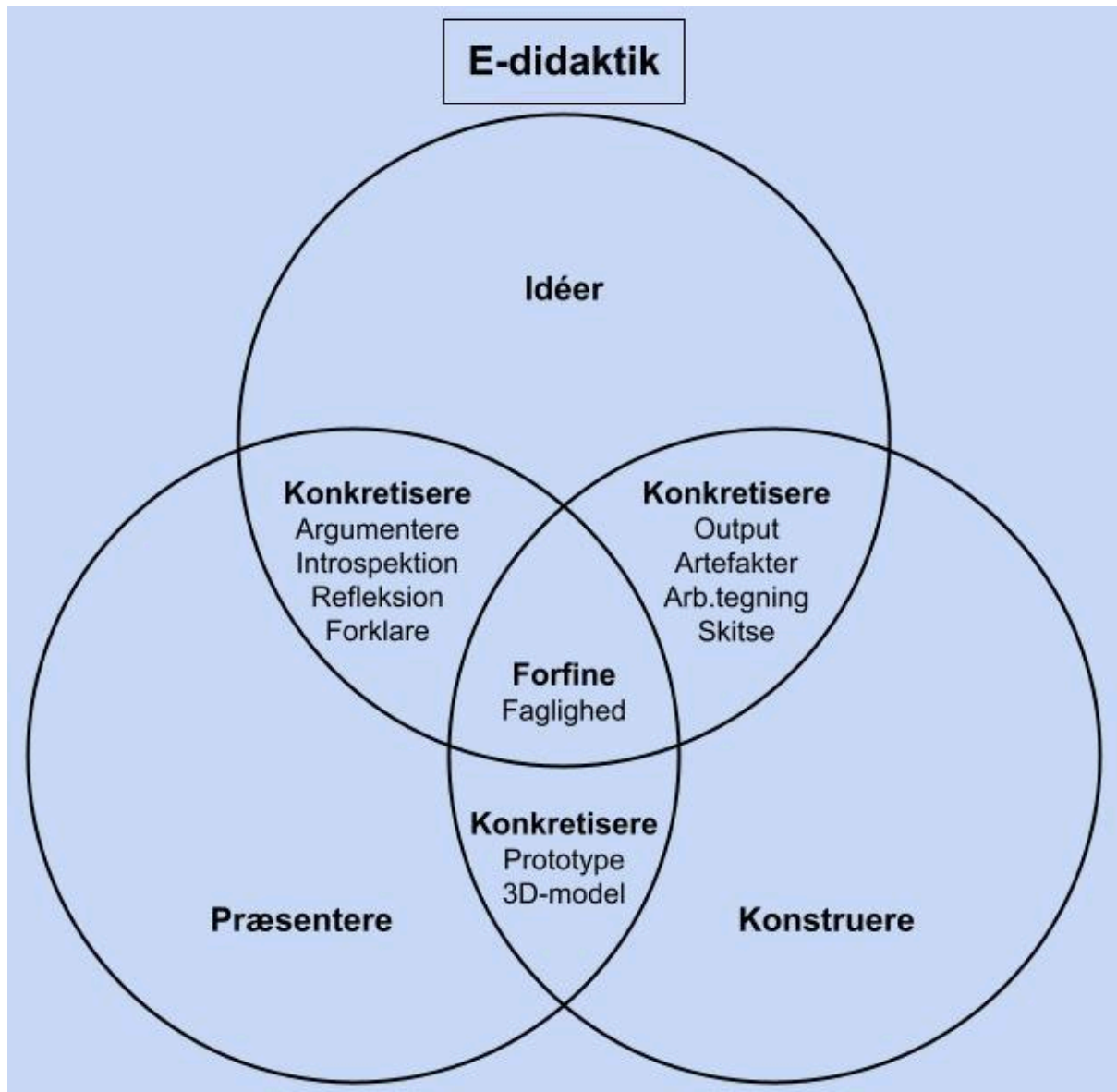
Men det er jo også fordi, der er jo instant feedback. Hvis jeg ikke kan dreje, så er vi nødt til at gøre noget ved det. Altså. Huset gav jo først feedback til allersidst med vandet uden at kunne gøre noget ved det. Her havde vi et længere forløb, der forløb sig hen over 4 dage. ...Måske er det i virkeligheden det, der betyder mest. Det må vi jo høre eleverne om, om det betyder mere for dem, når de står med tingene i hånden, kan kigge på dem selv og være selvkritiske i forhold. Til det de har lavet. I stedet for at læreren er ham som fortæller dem, hvad de har lavet? Og så er spørgsmålet, om man interesseret i den feedback eller ej for sig selv. Men altså, jeg tror det der med de der biler, det var helt klart selvforstærkende, fordi de var interesserede i at lave noget der var ordentligt. De ville rigtig gerne ud og køre i de biler om fredagen.

Jeg tænker, det er vigtigt med tre punchlines og den ene er;

- **det er ikke 6F, det er EDP vi går med.**
- **den bedste feedback, det er jo den man får fra den konkrete løsning.**
- **det, de har sværest ved de unge mennesker, er at få ideer - så det skal træde tydeligere frem i den model vi udvikler, som vores kolleger og elever skal kunne gå til. Og det vil have den afledte effekt, at de måske får nemmere ved det i andre sammenhænge.**

Bilag 10

E-didaktik



Bilag 11

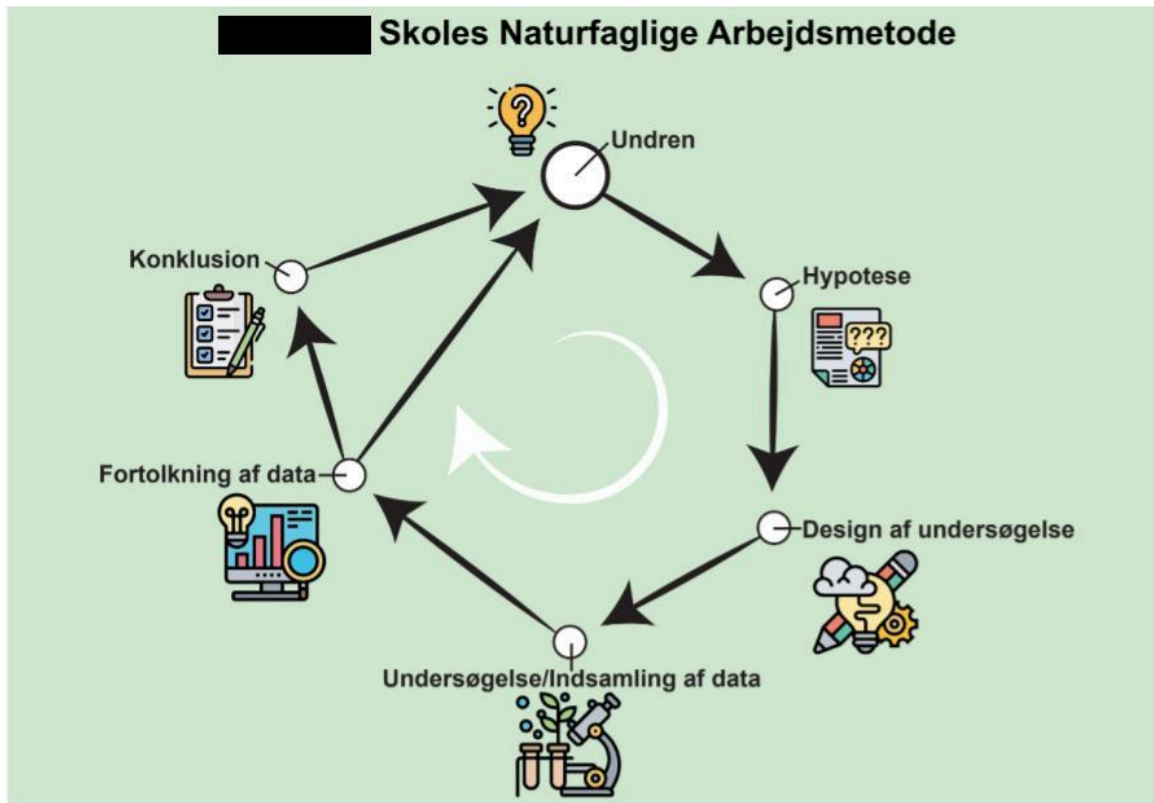
Faser på tværs af didaktiske modeller - med E-didaktik

(Faserne fra MDS er udeladt)

I-STEM	6F	EDP	E-didaktik
Afklaring og motivering	Forudsætning og Fang	Forstå udfordringen	Idéer/Præsentere Konkretisere (Argumentere, Forklare, Refleksion, Introspektion) Forfine Faglighed
Idéudvikling	Fang	Få idéer	
Formidling	Forklar	Forbedre	
Opfølgning	Feedback	Forbedre	Idéer/Konstruere Konkretisere (Output, Artefakter, Arbejstegning, Skitse) Forfine Faglighed
Konstruktion	Forsk	Konkretisere, Konstruere og Forbedre	
Udforskning	Forsk	Forbedre og Undersøge	Konstruere/Præsentere Konkretisere (Prototype, 3D-model) Forfine Faglighed
Kontekstualisering	Forlæng	Præsentere	

Bilag 12

Skoles Naturfaglige Arbejdsmetode



Lokal udviklet model ifb. med modulet 'Naturfagenes sammenhæng og indhold'