

SLUTRAPPORT

Vedrørende

Engineering i Gymnasiet

1. januar 2019 - 31. december 2020

1-30-76-35-18

1. Resume

Pilotprojekt Engineering i gymnasiet er blevet gennemført i perioden 1.1.19-31.12.20. I projektet deltog de tre midtjyske gymnasier Odder, Egaa og Silkeborg samt VIA University College (efteruddannelse og evaluering), Engineer the Future (projektledelse og efteruddannelse) og Astra (engineeringkonsulent). Formålet med pilotprojektet har været at undersøge undervisningsmetoden engineering's potentiale i naturvidenskabsundervisningen i stx og udvikle 'best practice' for implementering i gymnasiets naturvidenskabelige undervisning.

Efteruddannelsesforløbet bestod af en vekselvirkning mellem fire fælles workshops for alle lærere og gymnasie-lokalt arbejde med at omsætte input fra workshops og afprøve engineeringaktiviteter i egen praksis. Det lokale arbejde blev understøttet gennem konsulentbesøg og erfaringer fra lokal afprøvning blev delt og reflekteret på den efterfølgende fælles workshop.

13 lærere er blevet efteruddannet i engineeringmetoden, +590 elever har deltaget i et eller flere engineering-undervisningsforløb og endelig er der i projektets periode blevet udviklet og afprøvet 8 engineeringforløb af de deltagende lærere.

Projektet er blevet evalueret løbende både gennem elev- og lærerspørgeundersøgelser, observation af undervisning samt interviews af de deltagende lærere.

De overordnede konklusioner om engineeringmetodens potentiale som undervisningsformat i naturvidenskabsfagene i stx er bl.a.:

- Engineeringaktiviteter øger elevernes interesse for undervisningen i de naturvidenskabsfag, hvor det har været forsøgt. Det er ikke afklaret om effekten består, hvis engineering bruges så regelmæssigt i undervisningen, at det mister sin nyhedsværdi.
- Engineering menes at bidrage til faglig læring i traditionel forstand, og i særdeleshed til metodekendskab og undersøgelseskompetence.
- Engineering tilgodeser efter både lærere og elevers opfattelse generiske kompetencer (problemløsningssevne, kreativitet/innovation, samarbejde og persistens) i en grad som traditionel naturvidenskabsundervisning ikke gør.
- Engineering er en relevant udvidelse og kvalificering af arbejdsformerne i naturvidenskabsfagene, bl.a. tilfører engineering det undersøgende arbejde flere frihedsgrader.
- Engineering har umiddelbart en vis effekt på elevernes situerede STEM-rettede karriereovervejelser – men realistisk vil disse kun kunne fastholdes, såfremt eleverne møder engineeringaktiviteter regelmæssigt og over tid.

2. Baggrund og aktiviteter

Engineering er et nyt bidrag til naturfagsundervisningen, som har været afprøvet siden 2017 i det landsdækkende grundskoleprojekt Engineering i skolen. Resultaterne herfra peger på, at både lærere og elever er overvejende positive mht. det oplevede udbytte af denne type undervisning. I forlængelse heraf ønskede Region Midt, som en del af den midtjyske teknologipagt, en regional udvidelse af Engineering i skolen til regionens ungdomsuddannelser. Pilotprojekt Engineering i gymnasiet blev således etableret og er blevet gennemført i perioden 1.1.19-31.12.20.

De deltagende partnere er Odder Gymnasium (projektejere), Egaa Gymnasium, Silkeborg Gymnasium, Engineer the Future (projektledelse) samt professionshøjskolen VIA. VIA har bidraget med viden om gymnasie- og naturfagsdidaktik, fagdidaktisk sparring med og undervisning af gymnasielærerne samt evaluering af projektet. Skemaet herunder viser, hvor mange lærere og elever, der har arbejdet med engineering på de tre gymnasier, samt de involverede fag.

Gymnasium	Fag	Antal lærere	Antal elever
Egaa Gymnasium	Fysik A og B, Bioteknologi A Samt talent- og sciencekonkurrencer inden for bioteknologi og fysik, bla. Science Cup	5 <i>(+ 8 andre lærere, der har været med i engineeringforløb)</i>	715 (heraf ca. halvdelen i flere forløb)
Odder Gymnasium	Fysik A, Kemi B, Kemi C, Bioteknologi, A, (Engelsk) Science Cup 20/21	4 <i>(samt involvering af flere andre lærere i engineeringaktiviteter på skolen)</i>	129 (heraf 28 i flere forløb)
Silkeborg Gymnasium	Fysik B	4 <i>(samt fagdag for 20 øvrige fysiklærere)</i>	140

Formålet med Engineering i gymnasiet har været at undersøge undervisningsmetoden engineeringens potentiale og udvikle 'best practice' for implementering i gymnasiets naturvidenskabelige undervisning. Mere specifikt var hensigten at:

- afholde fire workshops med det formål at uddanne lærerne i engineeringmetoden og udvikle deres faglige netværk på tværs af gymnasierne
- udvikle og afprøve en gymnasierrettet engineeringdidaktik med henblik på at implementere den på de gymnasiale ungdomsuddannelser
- udvikle og afprøve konkrete undervisningsforløb på de gymnasiale ungdomsuddannelser med udgangspunkt i engineeringdidaktik
- udbrede de udviklede engineering-undervisningsforløb til lærerkolleger og andre gymnasier

I det følgende beskrives aktiviteterne i projektet. Se desuden bilag 2 for en oversigt over de konkrete resultatmål. Alle projektets resultatmål er blevet opfyldt. Grundet coronakrisen har der i projektets 2. år (2020) dog været enkelte ændringer i tidsplanen. Disse er undervejs blevet meddelt og godkendt af regionen.

Aktiviteter

I samarbejde med uddannelseskonsulenter og forskere fra VIA og Engineer the Future er 12 gymnasielærere blevet uddannet i engineeringmetoden. Som et led i dette har de udviklet og afprøvet 8 konkrete undervisningsforløb (se oversigt over forløb i bilag 3). Undervejs er elevernes udbytte og lærernes kompetenceløft blevet evalueret (læs evalueringen i afsnit 3, s. 5-18). Endelig er der blevet skrevet i gymnasierettet engineeringdidaktik. Projektets undervisningsforløb og resultater er blevet og vil blive yderligere udbredt blandt andre lærere og gymnasier. Desuden bruges erfaringer og resultater dels i det igangværende andet pilotprojekt Engineering i gymnasiet Region Hovedstaden samt i et arbejde med at opskalere pilotprojekterne til et længevarende, landsdækkende initiativ (se s. 4).

Links til engineeringprodukter fra projektet

Om projektet: <https://engineerthefuture.dk/engineering-i-gymnasiet/>

Engineeringforløb: <https://engineerthefuture.dk/engineering-i-gymnasiet/engineeringforloeb-til-gymnasiet/>

Engineeringdidaktik: <https://engineerthefuture.dk/engineering-i-gymnasiet/hvad-er-engineering/>

Engineeringforløb

Som en del af lærernes kompetenceudvikling i engineering har de selv udviklet og afprøvet en række engineeringforløb. Målresultatet for projektet var, at der skulle udvikles 2 engineeringforløb per gymnasium, i alt 6. På nuværende tidspunkt er der blevet udviklet 8 gennemarbejdede engineeringforløb og 1-2 mere er undervejs. Sidstnævnte er blevet forsinkede pga. coronanedlukningen. De 8 forløb er rettet mod både Naturvidenskabeligt Grundforløb samt monofaglig og tværfaglig undervisning. Herudover har lærerne gennemført en række mindre engineeringaktiviteter og enkelte har ladet grupper af elever fortsætte arbejdet med deres engineeringforløb i innovationskonkurrencerne Science Cup og Unge Forskere.

Kvalitetssikringen af de udviklede forløb er dels sket internt, idet lærerne har udviklet forløb i fællesskab og flere lærere har afprøvet samme forløb. Dertil er flere af undervisningsforløbene blevet afprøvet af gymnasielærere på de tre nordjyske gymnasier Aalborghus, Vesthimmerland og Nørre Sundby. Intentionen var at afprøve, hvorvidt et udviklet forløb kunne overdrages til lærere udenfor projektet og bruges i disses undervisning, idet dette er en forudsætning for, at projektets forløb kan udbredes til andre lærere. Erfaringerne fra denne aktivitet er beskrevet i evalueringen på side 7-8.

Fastholdelse

Spredning af engineeringmetoden og de udviklede engineeringforløb på de tre gymnasier er blevet faciliteret af de deltagende lærere. Disse har bla. på faggruppemøder videreformidlet metoden og deres erfaringer til deres øvrige kolleger. Silkeborg Gymnasium, der har en meget stor fysiklærerfaggruppe (24) har desuden afholdt en engineering-fagdage for hele lærergruppen. På Egaa Gymnasium har 8 naturvidenskabslærere udenfor projektet deltaget i gennemførelsen af engineeringforløb. Lærerne melder desuden af de

udviklede forløb og kommende engineeringforløb vil blive udviklet til såkaldte kanonforløb, hvor et antal lærere i fællesskab udvikler og bruger det samme forløb til en hel årgang. Eksempelvis har 4 lærere fra Odder Gymnasium (heraf 3 deltagere fra projektet og en 'ny' lærer) alle brugt engineeringforløbet om mayonnaise i undervisningen af hver deres Kemi C-klasse.

Hertil kommer alle tre gymnasiers ønske om et fælles møde mellem alle projektets lærere og evt. også lærere fra Engineering i gymnasiet Region H mhp. erfaringsdeling. Odder er desuden interesseret i i samarbejde med Engineer the Future og evt. andre af regionens gymnasier at udvikle flere engineeringforløb og udbrede disse i regionen. Vi afsøger mulighederne for begge disse deltag, der dog vil kræve yderligere finansiering.

På den afsluttende workshop blev udarbejdet konkrete planer for de tre gymnasiers anvendelse og implementering af erfaringer og viden fra projektet. Ledelserne fra de tre gymnasier har deltaget i dette arbejde. Forankringsplanerne kan læses i bilag 2.

Spredning og kommunikation

Desværre blev planlagte oplæg på Big Bang 2020 og på en konference om almindannelse i gymnasiet arrangeret af Gymnasieskolernes Lærereforening og Danske Gymnasier aflyst pga. coronakrisen. Spredning af projektet og dets resultater er i stedet sket og vil ske på en række andre konferencer og møder og i fagblade:

- FIP-kursus for 80 biologi- og biotek-lærere, jan. 2021 og Big Bang marts 2021
- Møder med Danske Regioner, Styrelsen for Undervisning og Kvalitet (STUK) og gymnasiefagkonsulenter fra Børne- og Undervisningsministeriet, Teoretisk Pædagogikum (SDU), LMFK (Fysik-, Kemi- og Matematiklærerforeningen), Danske Gymnasier, Gymnasielærerforeningen (GL), Danske Gymnasieelevers Sammenslutning (DGS), Danske Erhvervsskoler og Gymnasier (DEG) m.fl.

Møderne med de ovenstående samt møder med Villum Fonden, Lundbeck Fonden og Novo Nordisk Fonden er en del af arbejdet med at videreudvikle de to pilotprojekter i Region Midt og Region Hovedstaden til et nationalt program for kompetenceløft af gymnasielærerne i engineering. Et positivt skridt i den retning er Danske Gymnasiers nye naturvidenskabsstrategi fra januar 2021, hvor DG vil arbejde for, "at de almengymnasiale uddannelser implementerer en ny engineering- og praksisorienteret undervisningsform, der er inspireret af måden, ingeniører arbejder på, og som skal højne elevernes nysgerrighed, viden og bevidsthed om, hvilke problemer naturvidenskab kan bidrage til at løse."

- I juni-nummeret af LMFK-bladet vil vi udgive en artikel om projektet og engineeringforløbene skrevet i samarbejde mellem projektleder Anne Hansen og to af de deltagende lærere, Lise Lotte Enevold Hansen fra Odder Gymnasium og Martin Sørensen fra Egaa Gymnasium.
- Til efteråret 2021 Lars Brian Krogh fra VIA og projektleder Anne Hansen desuden udgive en peer-reviewet artikel om projektet og dets resultater i fagbladet MONA.
- Endelig har vi løbende lavet opslag og delt information om projektet på Engineer the Futures forskellige SoMe-platforme.

3. Evaluering

Projektet 'Engineering i gymnasiet' skal bidrage til de langsigtede mål om, at flere danske unge får:

- Teknologisk og naturvidenskabelig almendannelse som en del af uddannelsen til kritiske, oplyste borgere
- Relevante generiske kompetencer rettet mod det 21. århundredes arbejdsmarked og samfund
- Større interesse for og viden om naturvidenskab og teknologi samt STEM-uddannelser og –professioner og derigennem øget søgning til STEM-uddannelserne

I ansøgningen til Region Midt blev der formuleret række mål for EIG-projektet, nogle ret overordnede og andre mere konkrete og målbare på en kortere horisont. I forlængelse heraf blev der også ekspliciteret en række effekt- og resultatkrav (Ansøgning, s. 10-13), der vedrører engineering i stx på lærerniveau, elevniveau, organisatorisk niveau - og tillige adresserer materiale- og didaktikudvikling. Herunder beskrives først de overordnede konklusioner på evalueringen: Efterfølgende vil vi med afsæt i projektets mangesidige empiri i detaljer gøre rede for, hvorledes EIG er lykkedes med at opfylde målene og de centrale resultatkrav for hver af disse komponenter.

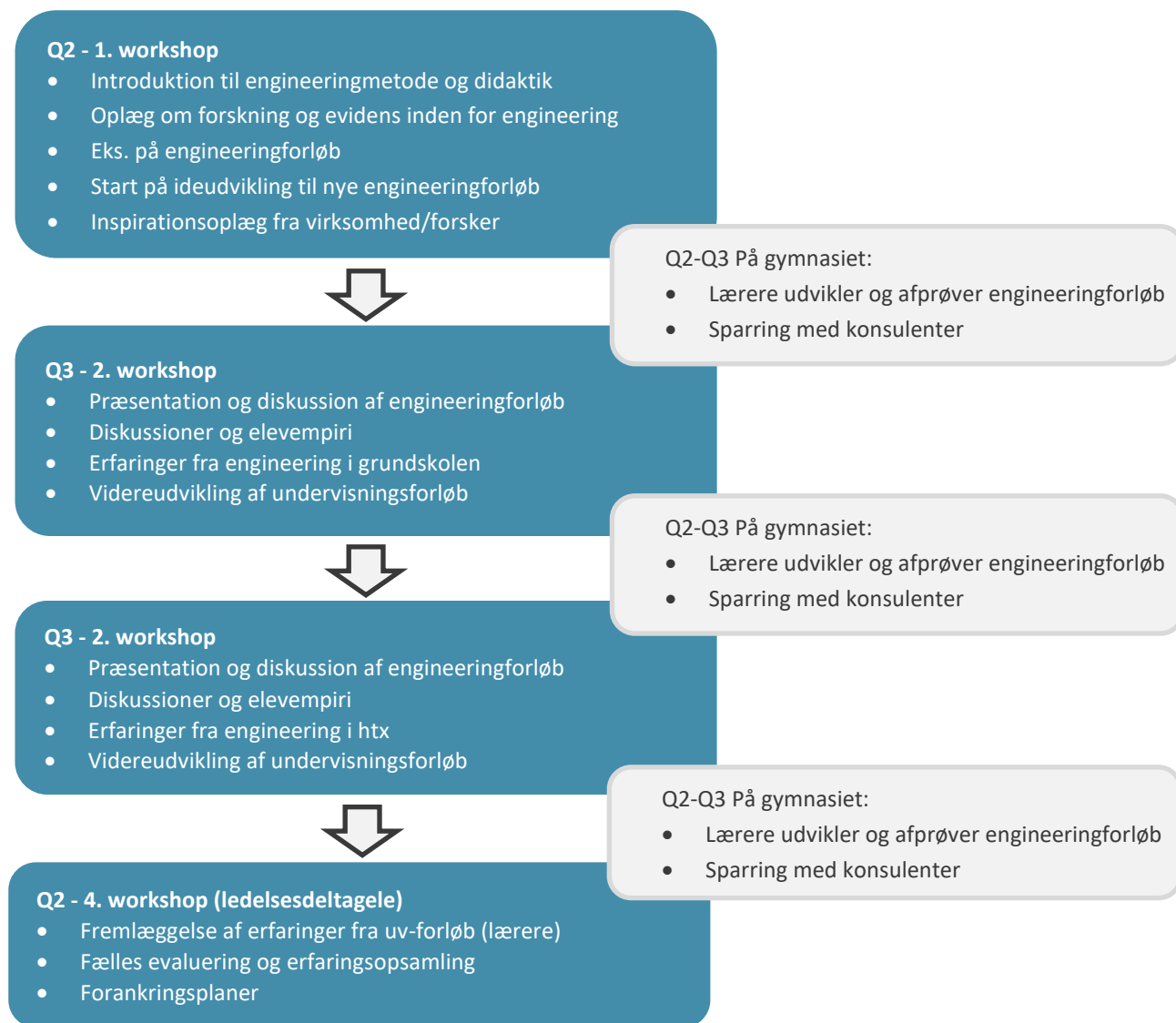
Overordnede konklusioner om engineeringmetodens potentiale som undervisningsformat i naturvidenskabsfagene i stx:

- Engineeringaktiviteter øger elevernes interesse for undervisningen i de naturvidenskabsfag, hvor det har været forsøgt. Det er ikke afklaret om denne effekt også består, når og hvis engineering bruges så regelmæssigt i undervisningen, at det mister sin nyhedsværdi.
- Engineering menes at bidrage til faglig læring i traditionel forstand, og i særdeleshed til metodekendskab og undersøgelseskompetence
- Engineering tilgodeser efter både lærere og elevers opfattelse tillige generiske kompetencer (problemløsningssevne, kreativitet/innovation, samarbejde og persistens) i en grad som traditionel naturvidenskabsundervisning ikke gør. Engineering har således potentiale til at være naturvidenskabsfagenes bidrag til at løfte gymnasielovens paragraf §1.3.
- Engineering er en relevant udvidelse og kvalificering af arbejdsformerne i naturvidenskabsfagene, fx tilfører engineering det undersøgende arbejde frihedsgrader i et omfang, som mange års tiltag til fordel for konstruktivistisk undervisning, Inquiry Based Education m.m. ikke for alvor har formået.
- Engineering i undervisningen er ikke kun for ekspert-lærere, men det er en fordel, at lærerne har/oparbejder fortrolighed med problembaserede arbejdsformer.
- Engineering kan fungere som et samlende udviklingsfokus – på både faggruppe-, skoleniveau og regionalt niveau.
- Engineering har umiddelbart en vis effekt på elevernes situerede STEM-rettede karriereovervejelser – men realistisk vil disse kun kunne fastholdes, såfremt eleverne møder engineeringaktiviteter regelmæssigt og over tid.

1A. Målet om at udvikle Best Practice-efteruddannelse som afsæt for at implementere engineering i stx.

Det har fra første færd været klart, at ambitionen om at efterprøve (og udrulle) engineering i stx kun lader sig realisere, såfremt der udvikles et bæredygtigt koncept for efteruddannelse af underviserne. Resultatet blev et udstrakt forløb med skolebaserede udviklingsgrupper, som både i udformning og indhold trak på best practice-viden - om hhv. design af efteruddannelse der virker og væsentlige udfordringer for implementering af engineering ind i eksisterende naturvidenskabsfag ("infusion"):

Udformningen er i overensstemmelse med international evidens og danske erfaringer for effektiv læreruddannelse (fx Krogh, L.B.; Waadegaard, N.; Nielsen, 2019; Krogh, 2016). I forløbet var der en vekselvirkning mellem fire fælles workshops for alle projektlærere og gymnasie-lokalt arbejde med at omsætte, implementere og reflektere inputs fra workshops i egen spirende engineeringpraksis. Det lokale arbejde blev understøttet gennem konsulentbesøg og erfaringer fra lokal afprøvning blev delt og reflekteret på den følgende fælles session (se figur):



Indholdsmæssigt og engineeringdidaktisk har et udgangspunkt været at tage udgangspunkt i de opmærksomhedspunkter, som forskningslitteraturen bruger som indikatorer for 'best engineering teaching practice' (Engineering-Infused Lesson Rubric af Peterman, 2017). Det handler først og fremmest om måltydighed, identifikation og tilrettelæggelse af den gode engineeringudfordring, integration mellem design-arbejde og traditionel fagfaglighed, stilladsning af arbejde med frihedsgrader, samt evaluering af elevudbytte, herunder også engineeringkompetencer og generiske kompetencer.

Disse opmærksomhedspunkter er næsten én-til-en-sammenfaldende med kritiske opmærksomhedspunkter og udfordringer, som voksede frem i grundskoleprojektet Engineering i skolen (EiS). På denne måde kunne man med samme ret hævde, at EiS-erfaringerne var et udgangspunkt. Vi var dog fra starten meget bevidste om, at selvom elementer af best practice og væsentlige udfordringer for engineering på de to skoleneveauer på overfladen tager sig ens ud, så kan de i detaljen alligevel være markant forskellige. Fx var det en klar forventning, at stx-underviserne ville prioritere fagfaglige aspekter og faglig integration meget højere i undervisningen end langt de fleste grundskoleundervisere. Hvilket også viste sig at holde stik.

De enkelte workshops blev løbende og formativt evalueret. Sammen med tilbagemeldinger og nye problemstillinger, som blev rejst på mellemliggende lokale workshops, blev den formative evaluering brugt til at justere struktur og indhold på næste fælles workshop.

Det samlede workshop-forløb er blevet evalueret af de deltagende undervisere fra Region Midt. I slutsurveyen tilslutter 11 (af 12) lærere sig bl.a., at deltagelsen i Engineering projektet har gjort at, "jeg vil kunne bidrage til at udvikle engineering i faggruppen og på skolen" og at "det er blevet vigtigt for mig, at få mere engineering ind i undervisningen".

En række indikatorer i slutsurveyen peger samstemmende på, at det udviklede efteruddannelsesforløb overordnet har fungeret, både hvad angår udviklingen af engineeringrelaterede lærerkompetencer og -holdninger. Når lærerne skal vurdere, hvilke dele af forløbet, som de har haft størst udbytte af, så angiver alle 12, at de "har haft stort udbytte af at prøve engineering i eget klasserum og tænke over udfaldet", mens 11 tilsvarende er enige i at have fået stort udbytte af "planlægning, samarbejde og diskussion med kolleger". At 3-4 lærere ikke oplever at have fået det store udbytte af de fælles workshops og kollegadiskussioner på tværs af skolerne er næppe overraskende, da flere af de deltagende lærere er ekspertlærere med prisvindende elever i engineeringkonkurrencer. Mest overraskende er det måske, at kun halvdelen af underviserne tilslutter sig, at "mødet med engineering i andre skoleformer (grundskole, htx)" var udbytterigt. Der er således grund til at genoverveje dette indslag i ifm. en evt. reprise.

Udover denne interne evaluering har det udviklede efteruddannelsesdesign været udsat for forskellige grader af ekstern robusthedstest:

- *Koncept-overførsel:* De 4 workshop-sessioner har været genbrugt i det nært beslægtede Region H-projekt om engineering i stx – med ajourføringer affødt af den formative Region Midt-evaluering. Region H-projektet er pt. ikke færdigevalueret, men de foreløbige meldinger fra projektet er positive.

- *Koncept-kondensering:* Tre gymnasier i Region Nord har været involveret i afprøvning af de forløb, som er udviklet i EiG-Midt. De involverede 5 undervisere fik kun en enkelt eftermiddags workshop-introduktion til engineering, selvom 3 (af 5) var novicer udi engineering og innovation. Workshoppene blev afviklet af de

samme undervisere som i EIG-Midt, mens indholdet bestod af udvalgte brikker fra Region Midt-forløbet. I slutinterviews med lærerne tilkendegav de alle, at den enkelte workshop-eftermiddag var tilstrækkelig til, at de kunne løfte opgaven med at afprøve (andres) engineeringforløb. Men som en af lærerne pointerede: "Hvis man skulle til at udvikle nye forløb, så kan det godt være man får brug for mere sparring!". Hvis målet er at efteruddanne lærere, så de selv kan bidrage til udvikling af engineering i egen og skolens praksis, så bør man formentlig ikke reducere den samlede lærerudviklingstid i efteruddannelsesforløbet nævneværdigt under de ca. 50 timer, som den internationale evidens anbefaler – og som også har været et pejlemærke for Region Midt-indsatsen.

Alt i alt gør ovenstående det rimeligt at konkludere, at der er i EIG er udviklet et bæredygtigt best-practice efteruddannelsesforløb, således som det var målet.

1B. Målet om at løfte lærernes faglige og fagdidaktiske kompetencer.

Lærerne, som deltog i Region Midt-projektet, var – med enkelte undtagelser – erfarne undervisere med betydelige faglige og fagdidaktiske kompetencer. Der var imidlertid betydelig spredning i deres erfaringer med design-baseret undervisning, idet tre havde noget nær eksperterfaringer med innovation, mens andre var rene novicer i denne beslægtede type undervisning.

Lærernes oplevede udbytte:

Det har ikke været projektets intention at levere objektiv dokumentation for, at lærerne rent faktisk har fået løftet deres faglige og fagdidaktiske kompetencer. Dette ville både ressourcemæssigt og metodisk være en udfordring. Til gengæld viser projektets empiri, at lærerne generelt *oplever* at have lært noget af projektet. Selv de i forvejen innovationskyndige lærere. Dette fremgår bl.a. af den afsluttende survey, hvor der bl.a. blev spurgt til forskellige udbytteaspekter:

Lærernes oplevede udbytte: <i>Min deltagelse i projektet har gjort, at ...</i>	Antal lærere med denne grad af tilslutning			
	Helt uenig	Overvejende uenig	Overvejende enig	Helt enig
1. Jeg kender til engineering og kan indgå i kollegiale samtaler om engineering i undervisningen			3	9
2. Jeg kan planlægge undervisning, hvor engineering og fagfaglig undervisning spiller sammen		2	4	6
3. Jeg er blevet tryk ved at kaste elever ud i mere åbne engineeringudfordringer	1	1	2	8
4. Jeg er blevet bedre til at håndtere engineering i en praktisk klasesammenhæng		1	3	8
5. Jeg vil kunne bidrage til at udvikle engineering i faggruppen og på skolen		1	2	9
6. Det er blevet vigtigt for mig at få mere engineering ind i undervisningen	1		6	5

Første spørgsmål handler om udbytte i form af viden om engineering, spørgsmålene 2 og 4 vedrører praktisk engineeringkompetence, mens 3 og 5 indfanger aspekter af engineeringrelateret selvtillid. Endelig adresserer spørgsmål 6 et afgørende holdningsspørgsmål. *Generelt er lærernes svarfordeling særdeles tilfredsstillende ud fra et projektperspektiv – indikatorerne peger på, at lærerne har opnået et mangesidigt udbytte.* De få mere forbeholdne responser kan henføres til hhv. en ret traditionalistisk forståelse af, hvordan den faglige undervisning skal bedrives, hhv. forsigtighed mht. at kunne påberåbe sig at kunne de ting, som udsagnet går på.

Når lærerne bliver bedt om at specificere deres "største udbytte", så fremhæver de en vifte af aspekter:

- At turde afholde projekter/forløb, hvor eleverne i så stor grad er selvkørende – og leve med at have mindre kontrol.
- At rammesætningen er vigtig - og at man italesætter, *hvor* i processen man er. At have prøvet det [som lærer], gør det mindre farligt i fremtiden.
- At øve at tilrettelægge et projektførløb. At bruge engineeringmodeller som redskaber, som man kan vise eleverne. At få et værktøj til at tale om engineering.
- Vi har erfaret, at man ikke behøver at afsætte mange timer til et forløb, for at eleverne alligevel får mulighed for at arbejde med udformning af en prototype.
- At have endnu et værktøj til at lave forløb, der kan engagere andre elevtyper end almindeligt, og bidrage til samarbejde og kreativitet internt i klassen.
- Helt sikkert vil jeg oftere lave øvelser med mindre "kogebogsopskrift" og styring.... hvor de selv [eleverne] skal finde grej og selv udtænke fremgangsmåden.
- At den problemorienterede tilgang til det faglige stof gør, at eleverne i højere grad tager ansvaret for egen læring og selv bliver drivkraften i projektet.
- Jeg har været meget aktiv med innovation tidligere, men det har været sjovt at dreje fokus mere mod prototyper.
- Vi fik tid til at mødes og fælles planlægge forløb. Det gør forløbene til kemigruppens og ikke kun en enkelt lærers.

I den mundtlige slutevaluering var der tillige almindelig tilslutning til, at den fælles pulje af udviklede forløb og en nystartet idebank af tematiserede forløb til engineering var et værdifuldt udbytte.

Kompetenceudvikling afspejlet i engineeringpraksis:

I projektet er der gennemført i alt 8 semistrukturerede undervisningsobservationer, som giver et vist indblik i, hvorledes lærerne afvikler engineering undervejs i efteruddannelsesforløbet. I forhold til at fastslå, hvilken professionel udvikling, der har fundet sted, så er indblikket imidlertid begrænset af, at kun én lærer er observeret flere gange, at eleverne typisk er forskellige fra gang til gang, ligesom observationerne oftest vedrører forskellige øjeblikke i engineeringprocessen. Observationerne kan således ikke bruges til at godtgøre, i hvilket omfang der har fundet professionel *udvikling* sted.

Til gengæld giver observationerne øjebliksbilleder af lærernes spirende engineeringpraksis, som generelt er opløftende og viser, at lærerne formår at bringe engineeringdidaktiske elementer i spil: Engineeringudfordringer med rimelige frihedsgrader og indledende rammesætning i form af narrativer eller ud-af-huset-aktivitet, engineeringmodeller som ekspliciteres og bruges ifm. planlægning og med elever i klasserummet, en vifte af planlagte tiltag som stilladserer elevernes arbejde med de åbne problemstillinger. For nu at nævne nogle af de observerede indikationer af, at der er foregået et engineeringdidaktisk løft.

Billedet af, at engineeringundervisningen på mange måder har været velfungerende afspejles i den forløbskarakterisering, som eleverne har givet i surveysvar umiddelbart efter hvert engineeringforløb. Her svarer 76%, at de anser engineeringopgaverne for "tilpas svære", 85% angiver at de fik tid til at udvikle på egne ideer og løsningsforslag, mens 85 % mener at de "var nødt til at lave undersøgelser for at nå frem til en god løsning". Mere moderat tilslutter kun 64 % sig, at engineering begreber og processer blev italesat af læreren. 65 % finder, at der var afsat tid til at redesigne og optimere deres problemløsning. Endelig ligger tilslutningen til, at der stilladseres i form af "løbende lærerfeedback på produkt og proces" på 68%, mens 65 % oplever, at deres *produkt* er blevet bedømt iht. kriterier. *Elevernes gennemgående tilfredshed på disse parametre triangulerer således lærernes oplevelse af at have fået et engineeringdidaktisk løft.* I elevernes relative tilfredshedsniveauer aner man også visse udfordringer, som træder tydeligere frem i andre dele af det empiriske materiale.

Observerede lærerudfordringer:

I projektansøgningen var det formuleret som et selvstændigt vidensmål at få et "indblik i lærernes udfordringer ved implementering af engineering i undervisningen" i naturvidenskabsfagene. Disse fremgår både af observationer, workshop-diskussioner, lokale interviews og debriefinger, samt de afleverede forløbsbeskrivelser. Ikke overraskende for et efteruddannelsesforløb af moderat længde, så indikerer dataene her, at ikke alle udfordringer er elimineret ved afslutningen.

Med henblik på videre udrulning og opskalering af engineering i stx er de mere vedvarende udfordringer vigtige. Hvis man vil høste det fulde udbytte af engineeringtilgangen, er man nødt til at finde måder at adressere dem på. Enten via mere målrettede og evt. længerevarende tiltag i efteruddannelsen eller lokalt arbejde på faggruppeniveau. Af hensyn til det fremtidige arbejde udfoldes en række centrale udfordringer i det følgende.

- *At faglig begrebslæring ofte fylder så meget for stx-undervisere – på bekostning af metoder og generiske kompetencer.* Konkret betyder det, at der sjældent formuleres engineeringlignende mål eller mål relateret til mere almene kompetencer. Planlægningen udspringer typisk af fagfaglige betragtninger, udfordringer og produktformer twistes i retning af traditionelle faglige formater, opsamling sker med vægt på fagfaglige aspekter osv. Bl.a. med fare for at særligt engineeringudbytte som problemløsnings-evne, kreativitet, samarbejdsevne ikke realistisk nås.
- *At udnytte engineering som vej til faglig læring:* Engineering er i projektet blevet introduceret som en særlig didaktisk tilgang – som en middel til faglig læring. Visse lærere viste sig i projektet at have gavn af didaktiske modeller med dette fokus, men i adskillige tilfælde, så vi lærerne implementere

engineering som en *anvendelse* af allerede tillært faglig viden. På denne måde bliver engineering et tidskrævende, add-on til undervisningen i naturvidenskabsfagene.

- *At erkende og udnytte de særlige træk ved engineeringprocessen:* mange lærere synes at have svært ved at erkende/anerkende, at engineeringprocessen adskiller sig fra traditionelt undersøgende arbejde og opgaveløsning – først og fremmest ved **Konstruktion af prototypiske faglige problemløsninger**, samt **iterativ, systematisk og fagligt funderet Optimering**.
- *At finde tid til at udfolde engineering som proces:* Stx-lærerne føler et betydeligt tidspres ift. at nå prøverettede (faglige) mål. Derfor er det en udfordring for dem enten at udvikle korte engineeringforløb, som gennemløber hele engineeringprocessen eller fokuserede forløb, som målrettet adresserer en bestemt engineering delkompetence. I projektet arbejdede en gruppe af lærere med sådan "microteaching" – og nåede et stykke vej i retning af at formulere og planlægge kortere EDP-forløb.
- *At håndtere de åbne læreprocesser, som engineering introducerer, herunder de gruppeprocesser som engineering aktualiserer.* Åbenheden i en typisk engineering problemløsning bringer mangen en lærer på kanten af deres komfortzoner, idet de ofte ikke selv kender "opskriften" på et godt design eller en duelig problemløsning. Det gør det vanskeligt at give feedback til elevgrupper. Yderligere vil et længerevarende engineeringarbejde udfordre elevernes samarbejde og resiliens i en grad, som kræver læreropmærksomhed og intervention. Selv mangeårige undervisere viser sig at være utrænede, hvad den slags angår.
- *At evaluere elevernes udbytte af engineering.* Her er udfordringen dels en udbredt gymnasial ulyst til at foretage systematisk lærings-evaluering, dels en betydelig uklarhed på, hvorledes procesaspekter og generiske kompetencer faktisk vil kunne evalueres. I projektet blev flere engineering- evalueringsværktøjer introduceret, men de proces- og kompetencerettede blev aldrig brugt. Reelt så vi kun i enkelte tilfælde at elevudbyttet af engineering blev evalueret, og da kun via kriteriebundet produkt-evaluering.

Det større kompetenceudviklingsperspektiv mht. engineering:

De observerede udfordringer udtrykker, at *der er grænser for, hvor langt man kan nå med kompetenceudvikling i et projekt af dette omfang*. Fra den internationale forskning om professionel udvikling mht. engineering ved man godt, at én ting er at have viden *om* engineering ("knowing about"), en anden er at omsætte denne viden til praksis ("knowing to", SUN 2014). Det er således relevant at betragte det udviklede efteruddannelsesforløb i engineering som et væsentligt og vellykket *første skridt*, som med fordel kan udbygges. Enten af videregående efteruddannelse – eller af lokale indsatser med medspil af eksterne ressourcepersoner.

I den sammenhæng er det vitalt, at lærerne næsten unison tilkendegiver, at det gennem projektet "er blevet vigtigt for mig at få mere engineering ind i undervisningen". Der forekommer at være skabt en grund for videre udvikling af engineering. I tråd hermed fremhæver rektor for et af deltagergymnasierne i sine afsluttende betragtninger, at projektet har været vellykket, først og fremmest fordi engineeringdagsordenen har formået at engagere og samle væsentlige dele af faggrupper, som normalt ikke higer efter kompetenceudvikling.

For at konsolidere arbejdet med engineering på deltagergymnasierne blev disse i den sidste projektperiode bedt om at lave en lokal forankringsplan. Her finder man først og fremmest mere kortsigtede planer for *spredning* af erfaringerne med engineering til en ny og større gruppe af naturvidenskabelige kolleger, først og fremmest gennem faggruppemøder. Derudover forsøger to af gymnasierne på forskellig vis at sikre forankring og fremtidig engineeringindsats ved enten at bygge engineering ind i strukturer på skolen eller forbinde engineering med centrale udviklingsmål for skolen:

- *”De naturvidenskabelige lærere kommer til at arbejde med engineering i naturvidenskabeligt grundforløb og i forbindelse med at alle naturvidenskabelige klasser deltager i science cup” (gymnasie 1)*
- *” Vi vil gerne udvikle fysikundervisningen i en retning, hvor den er endnu mere orienteret mod,*
 - *at arbejde med problemstillinger fra hverdag, samfund mv.*
 - *at engagere eleverne og udvikle deres innovative evner-*
 - *at arbejde med åbne problemstillinger**Engineering kan bidrage i forhold til ovenstående.”*

Strukturel og værdimæssig forankring af engineering er afgørende for den videre udvikling af såvel engineering som lærernes engineeringkompetencer. Det er imidlertid tankevækkende, at skolernes forankringsplaner ikke indeholder tiltag, som eksplicit sikrer deltagere i EIG-projektet yderligere kompetenceudvikling.

1C. Målet om at udvikle naturvidenskabsundervisningen, så den fremmer elevernes interesse for naturvidenskabelige fag (og evt. for STEM-karrierer), øger deres innovative og problemløsende kompetencer, samt styrker deres vedholdenhed i undervisningen.

EIG-projektet og elevernes interesse for naturvidenskabsfag og STEM-karrierer:

Kortlægningen af tidligere danske ”engineeringlignende” projekter i grundskolen (Sølberg & Waaadegaard, MONA, 2019-2) peger på, at engineering har potentiale til at fremme elevernes interesse for naturfag. Det har været en central del af EIG-projektets målbeskrivelse at afdække, om engineering på en teoretisk orienteret ungdomsuddannelse som stx vil kunne ændre undervisningen i naturvidenskabsfagene på måder, som virker interesseskabende.

Dette er undersøgt vha. elevsurveys ved afslutningen af de enkelte engineeringforløb i projektet. Altså mens oplevelsen fortsat står stærkt i elevernes erindring. Postsurveyen indeholdt bl.a. spørgsmål til en række forskellige udbyttémål, herunder forskellige aspekter af elevinteresse og motivation. Tabel 1 nedenfor opsummerer elevernes oplevelse på vigtige affektive spørgsmål.

Tabel 1: ELEVERNES OPLEVELSE AF ENGINEERING:

- 86% finder at "engineering var med til at skabe en god variation i undervisningen"
- 80% synes, at "engineering var sjovt"
- 83% synes, at "det var spændende at lære at arbejde på den måde som ingeniører gør"
- 71% "ville gerne have mere engineering i undervisningen"

Datagrundlag: 374 elevsvar. Heraf Biotek: 16, Fysik: 228, Kemi: 58 og NV: 72. Klassetrin: 1g: 123, 2.g: 212, 3.g: 39.

4 grader af tilslutning (Helt uenig, Overvejende uenig, Overvejende enig, Helt enig). Procenttal ovenfor er summen af Overvejende enig og Helt enig.

Som det fremgår af tabellen, finder mindst 4 af 5 elever, at engineering gør noget godt for deres oplevelse af den naturvidenskabelige undervisning – som noget der i situationen opleves som sjovt, spændende og som god variation. **Projektet leverer således belæg for, at engineering fremmer interessen hos den store elevgruppe.** I hvert fald på den umiddelbare, korte bane ("siteret interesse").

For at indfange de faktorer, som medvirker til, at engineering motiverer størstedelen af stx-eleverne, blev de også bedt om at beskrive, hvad "det bedste ved forløbet" var. Et typisk udsnit af svar ser sådant ud:

- At vi fik frie tøjler
- Selvstændigt arbejde
- Det med selv at finde en løsning
- Det praktiske, og at vi selv kunne komme med løsningsforslag
- Vi fik lov til at være kreative
- At arbejde anderledes med forsøg

Det er meget tydeligt, at eleverne motiveres af de større frihedsgrader i engineering og den autonomi, som de dermed oplever i processen. Det, at være kreativ, selv få ideer og både undersøge og realisere dem tilføjer det traditionelle undersøgende arbejde i naturvidenskabsfagene et anderledes, motiverende element.

I spørgeskemaet er eleverne også blevet bedt om at foreslå forbedringer til de forløb, som de har oplevet. Her er det langt hyppigste synspunkt, at de gerne ville have haft mere tid til deres problemløsning. Dette ønske står i tydelig kontrast til mange lærernes udtalte bekymring over tidsforbruget ved at gennemføre en fuld engineeringproces. Næsthypigst efterspørger eleverne i deres surveysvar også "mere hjælp til at komme på rette spor" og "mere feedback".

I henhold til teorierne for elevinteresse, så burde tilstrækkelig mange øjeblikkes siteret interesse kunne hobe sig op til en mere langsigtet *personlig* interesse (Hidi, 2006). Af den slags som kommer til udtryk i overvejelser omkring fremtidige karrierer og jobvalg. På forhånd kan man godt være lidt skeptisk omkring at tro på sådanne udbyttémål af EIG-projektet, da langt de fleste elever kun har mødt engineeringtilgangen i en enkelt tilfælde. Umiddelbart ser elevernes surveysvar jo også mere mådeholdne ud her (se tabel 2):

Tabel 2: Projektets betydning for elevernes langsigtede interesser mht. karriere og job:

- 38 % tilslutning til: "jeg blev mere interesseret i at arbejde som ingeniører"
- 42 % tilslutning til: "jeg lærte virkelig lærte noget, som jeg kan bruge i et fremtidigt job "
- 55% tilslutning til: "Jeg blev mere interesseret i et arbejde indenfor naturvidenskab"
- 58% tilslutning til: "jeg blev mere interesseret i at *arbejde* praktisk-teknisk og problem-løsende "

Men: alligevel er det både **positivt og en kende overraskende, at et eller to engineeringaktiviteter i den enkelte elevs undervisning rent faktisk får mellem ca. 1/3 og 3/5 af eleverne til at mene, at det har påvirket deres umiddelbare karriereovervejelser.** Hvis man faktisk kunne fastholde denne situerede interesse for STE-relaterede karrierevalg, hos blot en del af eleverne, så burde enhver planlæggerbekymring for den fremtidige STEM-rekruttering kunne skrinlægges! Interessecforskningen viser dog, at det i almindelighed er usikkert og møjsommeligt at fastholde og vækste en situeret interesse. I særdeleshed hos unge, som typisk holder deres har meget flydende forestillinger om deres fremtidige erhvervsvalg og holder deres søgeprocesser åbne meget længe (ref.: Krogh & Andersen eller Lykkegaard & Ulriksen). Meget kan således ske, inden de unge reelt står overfor et bindende karrierevalg. Man skal således glæde sig over denne karriereindikator med måde!

Elevernes karriererettede udbytte-oplevelse skal ses i lyset af, at lærerne i EIG-projektet i højere grad har set sig selv som formidlere af en faglig og almindennende undervisning, end som fortalere for bestemte karrierevalg eller som rekrutteringsagenter. Karriereaspekter, det være sig i relation til naturvidenskab såvel som ingeniørvidenskab, er således ikke blevet ekspliciterede. Lærerne har introduceret "engineering" som en faglig arbejds metode, men ikke søgt at italesætte hvilke typer af ingeniører der findes og hvad disse typisk laver. Et enkelt af gymnasierne udnyttede ad flere omgange EtF-tilbuddet "Book en ekspert" – men da med et snævert *fagligt* sigte.

EIG-projektet og generiske & fremtidsrettede kompetencer:

Der findes forskellige bud på, hvilke generiske kompetencer unge vil få brug for i et fremtidsrettet perspektiv. De fleste peger på, at det vil være godt at kunne forholde sig fleksibelt og kreativt til problemløsning, ikke lade sig slå ud af modgang (vedholdenhed, resiliens) og at kunne indgå i samarbejder. Disse aspekter er også forfulgt i den afsluttende elevsurvey (tabel 3).

Tabel 3: EIG-projektet og elevudbytte i form af generiske og fremtidsrettede kompetencer

- 69% tilslutning til: Jeg blev bedre til at arbejde innovativt og problemløsende
- 77% tilslutning til: Jeg lærte at man ikke skal lade sig slå ud af, at tingene ikke lykkes i første omgang
- 83% tilslutning til: "Man skulle være kreativ for at løse de stillede opgaver"
- 83% tilslutning til: Vi var nødt til at arbejde sammen for at løse opgaven/problemet ordentligt.

Her er de to første spørgsmål elevernes oplevede udbytte, mens de sidste to snarere angiver, at engineering-forløbet har stimuleret til et sådant udbytte.

Engineering opleves altså som pænt givende, hvad angår innovation/kreativitet, problemløsning og vedholdenhed. Det er bemærkelsesværdigt, idet sådanne udbytter normalt ikke forbindes med undervisningen i naturvidenskabsfagene. Dette bekræftes af lærernes afsluttende survey, hvor samtlige deltagende lærere tilkendegiver, at *eleverne blev bedre til produktrettet, iterativ problemløsning, at eleverne fik et andet blik for, at naturvidenskabelig viden kan anvendes på real-world problemstillinger, samt at eleverne fik stimuleret deres kreativitet og innovationsevne*. Kun en enkelt lærer var delvist uenig i udsagnet *Eleverne lærte, at fejl kan være lærerige, blot man bliver ved og lærer af dem*.

Flertallets opfattelse dækkes meget godt af følgende lærercitat:

"De stærke elever oplevede i det længerevarende forløb at blive frustrerede, de skulle selv finde på, der var ikke en opskrift, de fik overraskende resultater. Men de lærte at bruge frustrationen, de lærte at prøve sig frem (man må gerne fejle), de lærte at udvikling tager tid og der ikke altid findes et svar på forhånd. De refererer her et år efter stadig til dengang de lavede engineering".

Der synes dermed at være imponerende enighed om, at disse generiske kompetencer tilgodeses gennem engineeringprojekter, som de gennemførte. Dette er desto mere bemærkelsesværdigt, når man betænker, at projektets lærere *ikke* målrettet har gjort noget for at forfølge disse. Måske ligger tilløb til sådanne udbytter nærmest indbygget i en undervisning efter engineering proces-modellen!? Yderligere synes engineering at være en god træningsbane for elevernes evne til at samarbejde. Som nævnt tidligere er det også en udfordrende træningsbane - for både lærere og elever. Hvis der skal komme samarbejdskompetence ud af træningen, så kræver det, at både lærere og elever får værktøjer til at håndtere de udfordringer og konflikter, som er knyttet til samarbejdet omkring engineeringudfordringer.

1D. Målet om at undersøge undervisningsmetoden engineeringens potentiale i undervisning i naturvidenskabelige på stx.

I formålsparagraffen til Lov om de gymnasiale uddannelser (2017), som gælder *alle* gymnasiale uddannelser anføres det, at eleverne her skal "tilegne sig almindelig viden og kompetencer". I §1.3 uddybes dannelsesperspektivet bl.a. med følgende sætning "Uddannelserne skal tillige udvikle elevernes kreative og innovative evner og kritiske sans". Længere nede specificeres det almene gymnasiums egenart gennem følgende paragraf § 5. *I uddannelsen til almen studentereksamen er fagligheden nært forbundet med videnskabsfagene inden for humaniora, samfundsvidenskab og naturvidenskab. Uddannelsens formål, jf. § 1, realiseres således inden for en bred, almen fagrække. Uddannelsen skal udvikle elevernes evne til faglig fordybelse og deres forståelse af videnskabernes anvendelse. Der lægges i undervisningen vægt på såvel det teoretiske som på fagenes anvendelse til analyse af almene og videnskabsrelaterede problemstillinger.*

Formelt er stx således primært karakteriseret ved en betoning af faglig fordybelse og teori i nær tilknytning til videnskabsfagene. Faglige anvendelser omtales også, men da med analyse og forståelse som sigte. Både fagenes læreplaner, og de traditionelle fagforståelser som former lærernes tænkning og praksis, baserer sig en sådan forståelse. *Det er således afgørende for engineeringens potentiale i stx, at man kan dokumentere, at*

denne undervisningstilgang fremmer det traditionelle faglighedsprojekt. Eller subsidiært, at det uden at skade den traditionelle faglighed formår at fremme elevernes STEM-interesse og åbner for nye fremtidsrettede generiske kompetencer.

Bekymring 1: Faglig læring gennem engineering?:

I projektet har vi indsamlet både lærernes og elevernes opfattelse af den faglige læring. Lærernes opfattelse er belyst vha. surveys, interviews og forløbsevalueringer. Elevernes udelukkende vha. surveysvar.

Lærerne er overvejende positive ift. elevernes faglige udbytte af engineering, som det fremgår af Tabel 4:

Tabel 4 Lærernes oplevelse af fagligt udbytte hos eleverne	Antal lærere med denne grad af tilslutning			
	Helt uenig	Overvejende uenig	Overvejende enig	Helt enig
Eleverne blev bedre til selv at undersøge og håndtere naturvidenskabelige metoder			9	3
Eleverne lærte et nyt fagfagligt indhold gennem engineeringaktiviteterne		4	7	1
Engineering aktiviteter understøtter <i>ikke</i> elevernes læring af centralt fagligt indhold [NB: spørgsmålet vendt]	5	4	3	

Det teoretisk faglige udbytte fremgår af udtalelser som "Med forløbet jeg gennemførte, oplevede jeg til gengæld at eleverne arbejdede mere selvstændigt med nyt stof end jeg har været vant til at se." hhv. "Ved et godt tilrettelagt forløb oplever eleverne at de er nødt til at indhente faglig viden, for at nå i mål (de kan ikke bare prøve sig frem). Der trænes mange af de faglige mål i Fysik B."

Begejstringen for elevernes undersøgelsesmetodiske udbytte står unisont og stærkest i empirien, også i lærerinterviews, herunder også interviews med de 5 lærere fra Region Nord-gymnasier, der har afprøvet Region Midt-lærernes engineeringforløb. Nogle stemmer herfra illustrerer den generelle opfattelse af det fagrelaterede læringsudbytte.

"jeg synes, at de har lært noget!". ..
(til eleverne): "I er blevet meget, meget bedre til at lave øvelser"
"jeg nød virkelig at gå i lab, mens de arbejdede med at konstruere"... og de arbejdede bare så godt". Lærer 1

"De har lært mere, end de ville gøre i min almindelige undervisning... og det er meget mere motiverende for dem... det her.

Ulempen er... det her det tager lidt længere tid!". Læringsgevinsten er især "fagfaglig... fordi det er en mere aktiv læringsform end til daglig." Lærer 3

"Følte, at de havde en motivation for at lave et godt eksperiment". "De var meget opmærksomme på at opdage de fejl, der nu ku' være ... eller eliminere de fejl, der ku' være"
"Udfordringen lå hos de "flittige piger", som lige skulle indse, at der var noget fagligt i det her." *Lærer 2*

Også eleverne er overvejende positive overfor det faglige udbytte af engineering, således mener godt 2 ud 3 elever, at "*Engineeringopgaverne hjalp én til at forstå andre dele af faget*" hhv. at de "*lærte en masse fagligt i forløbet*".

EIG-projektet indikerer således, at engineering kan tilgodese fagligt relevante stx-læringsmål, i særdeleshed mere metode-/proces- og kompetencerettede mål.

Bekymring 2: Fagligheds-value-pr-time brugt. På trods af den almindelige tilslutning til, at eleverne kan lære faglige pointer gennem engineering, så er en del lærere bekymrede for, at det tager længere tid end det ville gøre i en traditionel begrebsrettet undervisning. Denne bekymring førte til, at en gruppe af projektdeltagere med et vist held søgte at udvikle korte og/eller snævert fokuserede "micro-engineering"-forløb.

For tre (af fem) naturvidenskabsfaglige undervisere på test-gymnasier i Region Nord betyder tids-bekymringen, at de "nok kun vil kunne finde tid til" et enkelt engineeringforløb pr. år på et givet undervisningshold. Her er det påfaldende, at dette synspunkt kun forfægtes af nybegyndere indenfor engineering i testgruppen. Både her og i den større EIG-lærergruppe er tidsbekymringen mindst hos de undervisere, som er fortrolige med traditionel faglig undervisning såvel som med mere problembaserede undervisningstilgange. Dette kunne tolkes som om, at **fagligheds-value-for-time bekymringen har mindre med engineeringtilgangen at gøre end med lærernes fortrolighed med engineeringlignende undervisningsformater.**

Tidsbekymringen er hos nogle undervisere også forbundet med, om engineering nu spænder ben for, at man kan nå at forberede eleverne til fagets prøver. 1/3 af lærerne har svært ved at se, at engineeringaktiviteter kan indgå i en prøvesammenhæng, hvilket selvsagt øger tidsbekymringen. Også her er tendensen, at bekymringen er størst hos de uerfarne lærere.

4. Kommentarer til regnskab

Det samlede forbrug i projektet har været 59.991kr. mindre, end oprindeligt budgetteret. Dette skyldes primært en mindre udgift forbundet med afprøvning af Region Midt engineeringforløb blandt lærere fra testgymnasierne i Region Nord. Mere specifikt er der et lavere timeforbrug hos testgymnasierne og hos VIA og Engineer the Future i forbindelse med at evaluere lærernes indsat, hvilket igen skyldes, at færre lærere end forventet deltog, bla. pga. sygdom og et gymnasies uventede afbud. Herudover har der været nogle ændringer grundet COVID-19 situationen, der gjorde det var nødvendigt at prioritere anderledes. Eksempelvis er der blevet brugt lidt færre midler på kommunikation og evaluering, mens der har været anvendt lidt mere på afholdelse af workshops.

Bilag 1: Afrapportering af mål

Grundet coronaepidemien er flere af nedenstående aktiviteter afholdt senere end oprindeligt angivet. Dette blev meddelt og godkendt af Region Midt.

Mål 1		
Uddanne lærerne i engineeringmetoden og udvikle deres faglige netværk på tværs af gymnasierne		
Resultatkrav	Målemetode	Opfølgningstidspunkt
Resultatkrav 1.1 Afholde 4 workshops	De 4 workshops afholdes mhp. at uddanne lærerne i engineeringdidaktik og –metode samt undervejs at målrette begge dele til gymnasiet. Efter Q2 2020 undersøges det, om der er afholdt 4 workshops .	<i>De fire workshops er afholdt på følgende datoer:</i> WS1: 2. maj 2019 WS2: 21. november 2019 WS3: 19. februar 2020 WS4: 18. november 2020
Resultatkrav 1.2 Afholde 2 studiebesøg på hhv. et teknisk gymnasium og en grundskole med erfaring i engineering.	De to studiebesøg afholdes mhp. erfaringsudveksling og netværksskabelse. Efter Q4 2019 vurderes det, om der er gennemført 2 besøg på hhv. et teknisk gymnasium og en grundskole .	WS2: 21. november 2019 på Bankagerskolen i Horsens WS3: 19. februar 2020 på Learnmark HTX i Horsens
Resultatkrav 1.3 Yde konsulentbistand til 12 lærere med henblik på udviklingen af engineeringforløb til undervisningen.	Efter Q1 2020 vurderes det, om der er gennemført 4x konsulentbistand (1xSilkeborg, 1xOdder, 2x Egaa) mellem 1. og 2. workshop og mellem 2. og 3. workshop – i alt 8x konsulentbistand .	Afholdt i perioden jan.-nov. 2020
Resultatkrav 1.4 Evaluere 12 læreres engineeringkompetencer og udfordringer med engineeringmetoden.	Lærerevalueringer foretages ved hjælp af interviews af hvert gymnasies lærergruppe (på Egaa 2, hhv. fysik- og biotekgrp.). Interviews gennemføres 2 gange/faggruppe, dvs. i alt gennemføres 8 interviews, fordelt over Q3-4 2019 og Q1 2020 .	Afholdt i perioden q4 2019-q4 2020
Mål 2		
Udvikle og afprøve en gymnasierrettet engineeringdidaktik med henblik på implementering		
Resultatkrav	Målemetode	Opfølgningstidspunkt
Resultatkrav 2.1 Afholde 4 workshops Tidsramme: april 2019 – jui 2020	De 4 workshops afholdes mhp. at uddanne lærerne i engineeringdidaktik og –metode samt undervejs at målrette begge dele til gymnasiet. Efter Q2 2020	<i>De fire workshops er afholdt på følgende datoer:</i> WS1: 2. maj 2019 WS2: 21. november 2019 WS3: 19. februar 2020

	vurderes det, om der er afholdt 4 workshops.	WS4: 18. november 2020
Resultatkrav 2.2 Yde konsulentbistand til 12 lærere med henblik på udviklingen af engineeringforløb til undervisningen.	Under konsulentbesøgene vil uddannelseskonsulenten fra VIA monitorere lærernes arbejde med udvikling af undervisningsforløb og deres tilpasning af den eksisterende didaktik, der er grundskolebaseret. Denne information vil konsulenten bruge i sit senere arbejde med at tilpasse engineeringdidaktikken. Efter Q1 2020 vurderes det, om der er gennemført 4x konsulentbistand (1xSilkeborg, 1xOdder, 2x Egaa) mellem 1. og 2. workshop og mellem 2. og 3. workshop – i alt 8x konsulentbistand.	Afholdt i perioden jan.-nov. 2020
Resultatkrav 2.3 Evaluere lærernes brug af engineeringdidaktikken, herunder tilpasninger og udfordringer.	Lærerevalueringer foretages ved hjælp af interviews af hvert gymnasies lærergruppe (på Egaa 2, hhv. fysik- og biotekgrp.). Interviews gennemføres 2 gange/faggruppe, dvs. i alt gennemføres 8 interviews, fordelt over Q3-4 2019 og Q1 2020.	Afholdt i perioden q4 2019-q4 2020
Resultatkrav 2.4 Observation af 12 læreres brug af engineeringdidaktikken i den naturvidenskabelige undervisning.	Der gennemføres 8 kvalitative undervisningsobservationer – 2 per gymnasium (4 på Egaa) i løbet af den periode, hvor de udviklede engineeringforløb afprøves – dvs. Q4 2019 – Q1 2020.	Afholdt i perioden q4 2019-q1 2020
Resultatkrav 2.5 Udvikling af gymnasierettet engineeringdidaktik.	På baggrund af indsamlet viden og erfaringer fra workshops, lærerinterviews og observationsstudier udvikles en gymnasierettet engineeringdidaktik. Dette arbejde vil foregå undervejs samt i projektets sidste halvår, dvs. Q3-4 2020, hvor engineeringdidaktikken vil blive udgivet både på tryk og digitalt. Publikationen gøres tilgængelig	Didaktikken kan læses her: https://engineerthefuture.dk/engineering-i-gymnasiet/hvad-er-engineering/ (forkortet version) Den fulde version kan læses på VIAs hjemmeside, publiceres i den nærmeste fremtid.

	for alle interesserede på 'Engineering i skolen's to hjemmesider.	
Resultatkrav 2.6 Udvikling af plan for anvendelse og implementering af erfaringer og viden fra projektet på de deltagende gymnasier.	Planen udvikles på projektets sidste workshop i Q2 2020 og vil blive vedlagt slutrapporten.	<i>Se bilag 2</i>
Resultatkrav 2.7 Formidling af engineeringmetoden til kolleger på to møder for hvert gymnasiums naturvidenskabelige faggruppe.	Disse møder afholdes i Q1-Q2 2020 og registreres via gymnasiernes timeregistrering i projektet.	<i>Se desuden gymnasiernes Forankringsplaner i bilag 2. Endelig har Silkeborg Gymnasium afholdt en engineering-fagdag for hele fysiklærergruppen samt oplæg om de udviklede engineeringforløb for hele fysikfaggruppen.</i>
Mål 3: Udvikle og afprøve konkrete undervisningsforløb med det formål at løfte elevernes naturvidenskabelige og teknologiske interesse samt udvikle deres innovations- og karrierekompetencer		
Resultatkrav	Målemetode	Opfølgningstidspunkt
Resultatkrav 3.1 Afholde 4 workshops	De 4 workshops afholdes <i>også</i> mhp. at give lærerne mulighed for at udvikle deres undervisningsforløb i fællesskab med de andre deltagende lærere og uddannelseskonsulenter. Efter Q2 2020 undersøges det, om der er afholdt 4 workshops .	<i>De fire workshops er afholdt på følgende datoer:</i> <i>WS1: 2. maj 2019</i> <i>WS2: 21. november 2019</i> <i>WS3: 19. februar 2020</i> <i>WS4: 18. november 2020</i>
Resultatkrav 3.2 Yde konsulentbistand til 12 lærere med henblik på udviklingen af engineeringforløb til undervisningen. Tidsramme: maj 2019 – juli 2020	Efter Q1 2020 vurderes det, om der er gennemført 4x konsulentbistand (1xSilkeborg, 1xOdder, 2x Egaa) mellem 1. og 2. workshop og mellem 2. og 3. workshop – i alt 8x konsulentbistand .	<i>Afholdt i perioden jan.-nov. 2020</i>
Resultatkrav 3.3 Afprøvning af 2 engineeringbase-rede undervisningsforløb på hvert af de 3 gymnasier.	Undervisningen observeres af VIAs uddannelseskonsulent via 8 kvalitative undervisningsobservationer – 2 per gymnasium (4 på Egaa) i løbet af den periode, hvor de udviklede engineeringforløb afprøves – dvs. Q4 2019 – Q1 2020 .	<i>Afholdt i perioden q4 2019-q1 2020</i>

<p>Resultatkrav 3.4 Evaluere elevernes naturvidenskabelige og teknologiske interesse samt deres innovations- og karrierekompetencer</p>	<p>Elevernes interesse og kompetencer evalueres ved hjælp af SurveyXact spørgeundersøgelser. Elevsurveyen udarbejdes undervejs i projektet og gennemføres på de 220 deltagende elever umiddelbart efter afslutningen af hvert undervisningsforløb, dvs. ultimo Q1 2020.</p>	<p><i>Resultatet af evalueringen kan læse højere oppe i denne slutrapport.</i> <i>I alt har 374 elever deltaget i elevsurveyen.</i> <i>Heraf Biotek: 16, Fysik: 228, Kemi: 58 og NV: 72.</i> <i>Klassetrin: 1.g: 123, 2.g: 212, 3.g: 39.</i></p>
<p>Resultatkrav 3.5 Interview af lærerne ang. elevernes interesse- og kompetenceløft.</p>	<p>4 lærerinterviews (1 per faggruppe) gennemføres efter afslutningen af undervisningsforløbene i Q1 2020.</p>	<p><i>Disse er afholdt i Q4 2020 og pointerne herfra kan læses under evalueringen højere oppe i slutrapporten.</i></p>
<p>Mål 4 Udbrede de udviklede engineering-undervisningsforløb blandt lærerkolleger og andre gymnasier</p>		
<p>Resultatkrav</p>	<p>Målemetode</p>	<p>Opfølgningstidspunkt</p>
<p>Resultatkrav 4.1 Bearbejdelse og offentliggørelse af de udviklede undervisningsforløb.</p>	<p>Minimum 6 engineeringbaserede undervisningsforløb bearbejdes med henblik på publicering og offentliggøres derefter på 'Engineering i skolens' hjemmesider hos Astra og Engineer the Future samt på EMU. Redigering og publicering sker i Q3-4 2020.</p>	<p><i>Forløbene kan ses her:</i> https://engineerthefuture.dk/engineering-i-gymnasiet/engineeringforloeb-til-gymnasiet/</p>
<p>Resultatkrav 4.2 Udbredelse af kendskabet til de udviklede undervisningsforløb på relevante konferencer.</p>	<p>Projektets uddannelseskonsulenter vil deltage på minimum to relevante fagkonferencer i 2020/2021 med det formål at udbrede kendskabet til projektets resultater og undervisningsforløb.</p>	<p><i>Flere planlagte arrangementer er desværre blevet aflyst grundet corona, herunder Big Bang 2020. Kendskab til projekt og forløb er dog blevet udbredt gennem bla. FIP-kursus for 80 biologi lærere 2021 og på Big Bang konferencen 2021</i></p>
<p>Resultatkrav 4.3 Udbredelse af kendskabet til de udviklede undervisningsforløb på relevante konferencer</p>	<p>Projektets uddannelseskonsulenter vil udgive minimum to tekster i relevante fagmedier i 2020 med det formål at udbrede kendskabet til projektets resultater og undervisningsforløb.</p>	<p><i>Se ovenfor</i></p>
<p>Resultatkrav 4.4 Formidle undervisningsforløb og engineeringmetoden til kolleger.</p>	<p>På hvert af de 3 deltagende gymnasier afholdes 2 faggruppemøder blandt</p>	<p><i>Se resultatkrav 2.7</i></p>

	naturvidenskabslærerne, hvor engineeringmetoden og undervisningsforløb videregives til kolleger. Disse møder afholdes i Q1-Q2 2020 .	
Mål 5: Evaluere og indsamle erfaringer til senere opskalering af projektet, herunder at tilrettelægge et optimalt efteruddannelsesforløb i engineering for lærerne.		
Resultatkrav 5.1 Evaluere og indsamle erfaringer gennem interviews, observationer og elevsurveys.	Disse tre aktiviteter er beskrevet ovenfor hhv. i resultatkrav 1.3, 2.2-2.4 samt 3.4-3.5 og gennemføres i Q3 2019-Q1 2020 .	<i>Se resultatkrav 1.3, 2.2-2.4 samt 3.4-3.5</i>
Resultatkrav 5.2 Bearbejdning og evaluering af data og erfaringer.	Resultaterne fra projektet samles i en slutrapport , der offentliggøres Q4 2020 .	<i>Denne rapport</i>

Bilag 2: Forankringsplaner fra gymnasier

A. Forankringsplan fra Egaa Gymnasium

Formålet med forankringsplanen er forsat forankring af engineeringaktiviteter fremadrettet på jeres gymnasium. Med forankring mener vi, at lærere, der har været del af kompetenceudviklingen, fortsætter med at bruge engineering som metode i naturvidenskabsundervisningen – både i de allerede udviklede engineeringforløb og i nye forløb. Med spredning mener vi, at engineeringmetoden og -forløb spredes til kolleger i fagteamet.

STATUS OG MÅL

Hvordan vil I beskrive graden af forankring på gymnasiet?

Beskriv fx hvordan engineering er blevet integreret i undervisningen, tilbagevendende forløb eller lign.

Er andre lærere end de fire projektdeltagere blevet involveret i engineering – og hvordan?

Engineering er som metode og didaktik blevet en del af de deltagende læreres undervisningspraksis. Erfaringerne fra vores deltagelse er også blevet delt ved faggruppemøder, og vi er sikre på at de gode erfaringer vil sprede sig til resten af faggrupperne.

I forbindelse med projektet har vi udviklet et engineeringforløb i forbindelse med en naturvidenskabelig klasses deltagelse i Science Cup. Dette forløb er vi i gang med at udbrede til alle naturvidenskabelige klasser, og i år skal de fire naturvidenskabelige 2.g klasser og en 2.g samfundsfaglig klasse afprøve en videreudviklet version af dette engineeringforløb.

Deltagelsen i projektet har også ført til at engineering er blevet integreret i skolens NV-forløb.

Endeligt så har vi også planer om at tage vores erfaringer med engineering ind i etablering og udviklingen af vores MakerSpace.

Hvad er jeres vigtigste begrundelse for at fastholde engineering på gymnasiet?

Vi vil gerne fastholde og arbejde videre med engineering, fordi vi har set tegn på at det har virket motiverende for eleverne og det har styrket deres kreativitet, innovationsevne og undersøgelseskompetence.

Hvilke mål har I for spredningen af engineeringdidaktik og -metode til de andre fagkollegaer?

Vi har et mål om at engineering som didaktik og metode skal spredes ud blandt de naturvidenskabelige kollegaer. De naturvidenskabelige lærere kommer til at arbejde med engineering i naturvidenskabeligt grundforløb og i forbindelse med at alle naturvidenskabelige klasser deltager i Science Cup. I den forbindelse vil vi sprede engineeringdidaktik og -metode til de naturvidenskabelige kollegaer. Derudover så regner vi med at det blive spredt via deling af gode erfaringer til faggruppemøder og samtaler på arbejdspladsen.

TILTAG OG MÅL

Hvilke tiltag skal der iværksættes/fastholdes for at sikrespredning og fortsat forankring på gymnasiet?

Blandt lærerne

- Erfaringsdeling
- Gensidig inspiration

Hos ledelsen

- Opfølgning

Organisatoriske tiltag?

- Engineering er blevet integreret i NV
- Alle naturvidenskabelige klasser deltager i Science Cup

Hvordan gør vi planen til virkelighed?

Fx hvilke konkrete aftaler skal der laves?

- Aftaler om Science Cup
- Aftaler om NV

Hvilke møder og/eller samarbejder skal aftales?

- Koordinationsmøder Science Cup
- Efteruddannelse af lærere
- Koordinationsmøder og vidensdeling om engineering i NV

Hvordan skal ledelsen inddrages?

- Ledelsen sparer med faggrubeledere, NV koordinationsgruppen og projektledere

Hvordan evaluerer vi indsatsen?

- Vi laver evaluering af Science Cup deltagelsen og NV
- Ledelsen taler løbende med makerspace bestyrerne

Hvilke forhindringer kunne der være for at følge planen?

Fx hvad kan hæmme udbredelse til fagkollegaer på eget gymnasium?

- En presset hverdag

Hvad kan fremme udbredelse til fagkollegaer på eget gymnasium?

- Gode erfaringer
- Vi tror det fremmer udviklingen af engineering er en fast del af NV og at alle naturvidenskabelige klasser deltager i Science Cup
- Vi tror også, at MakerSpace vil fremme udbredelsen af engineering på Egaa Gymnasium.

Mangler vi kompetencer fremadrettet? Eller inspiration? – Hvor kan vi hente dette?

Vi forventer fremadrettet at få inspiration udefra i forbindelse med at alle scienceklasser deltager i Science Cup.

B. Forankringsplan fra Odder Gymnasium

Formålet med forankringsplanen er forsat forankring af engineeringaktiviteter fremadrettet på jeres gymnasium. Med forankring mener vi, at lærere, der har været del af kompetenceudviklingen, fortsætter med at bruge engineering som metode i naturvidenskabsundervisningen – både i de allerede udviklede engineeringforløb og i nye forløb. Med spredning mener vi, at engineeringmetoden og -forløb spredes til kolleger i fagteamet.

STATUS OG MÅL

Hvordan vil I beskrive graden af forankring på gymnasiet?

Beskriv fx hvordan engineering er blevet integreret i undervisningen, tilbagevendende forløb eller lign. Er andre lærere end de fire projektdeltagere blevet involveret i engineering – og hvordan?

Vi (3 ud af de 4 i forsøget deltagende lærere) besluttede, at i dette skoleår ville vi udvide engineering til kemi C, sidste skoleår var det fysik og biotek. Som noget nyt har vi 4 klasser med kemi C i skoleåret, og lærerne har aftalt at kører hele kemi C som kanon. Der har tidligere været fremstillet Mayonnaise på kemi C, så det blev besluttet at gøre fremstilling af mayonnaise til en del af kanonforløbet og derefter udvide, så eleverne foruden den traditionelle mayonnaise skulle designe en "anderledes mayonnaise" og lave en prototype. Idet der er kørt kanon, har det været muligt for kemilærerne at sparre med hinden både før, under og efter forløbet.

Pt har de 3 ud af skolens 4 kemilærere deltaget. Den 4. kemilærer havde ikke kemi C i år – men kommer helt sikkert med næste skoleår.

Sidste år blev der arbejdet med udvikling af et vaskepulver (enzymer), forløbet vil klart blive inddrage igen, men i en modificeret udgave. Eller andet lignende projekt.

Flere af lærerne kan ikke lade være med at lave afarter af engineering, det blev der også gjort inden dette projekt, fx har fysikelever tidligere syet en højtalerpude og der har ofte været deltagelse i ScienceCup.

Vi havde allerede en innovationsuge i 2g inden dette projekt. I innovationsugen har der ikke været krav om en prototype. Flere MA/FY klasser har arbejdet med ScienceCup i innovationsugen, så derigennem har der været arbejdet med prototyper.

Hvad er jeres vigtigste begrundelse for at fastholde engineering på gymnasiet?

Eleverne er engagerede, fx synes de vores seneste forløb om mayonnaise var både vedkommende og sjovt. Nogle af eleverne var gode til at inddrage variabelkontrol og teori om den anvendte kemi (emulgatorer) i udvikling af deres prototype. Andre forstod bagefter, hvor de svage naturvidenskabelige punkter i deres prototype var. Eleverne var rigtig glade for at have noget konkret at arbejde med, og de kunne relatere det til deres hverdag (mad).

Fra tidligere forløb kan vi konkludere, at eleverne kan huske forløbene, og ofte kan de også meget bedre huske pointerne fra disse forløb. Eleverne bliver meget bedre til at arbejde hjemmevant i laboratorierne, de bliver mere sikre i eksperimentelt arbejde og de er ikke så bange for at fejle. Dvs. denne didaktik giver en

alternativ vej til at træne et "åbent mindset" hos vores elever. Vi har tidligere på Odder Gymnasium arbejdet med Mindset, så dette ligger helt i tråd med visionerne.

Med udgangspunkt i vores seneste forløb, så har vi erfaret at engineering ikke behøver at fylde mange timers undervisning. Det sidste forløb var kort og lå direkte i forlængelse af kernestoffet, så forløbet var også med til at understøtte kernestoffet. Den eksperimentelle del var overskueligt at sætte op i laboratoriet, eleverne kan forholde sig til det (mayonnaise er en hverdagsting de kender). Indholdet var almindelig og anvendelsesorienteret. Som en ekstra bonus kunne ingredienserne købes i supermarkedet, så der var ikke tidsforskydning fra ide til praksis. Eleverne skal ikke bestemme/bestille remedier i god tid.

Hvilke mål har I for spredningen af engineeringdidaktik og -metode til de andre fagkollegaer?

På kommende faggruppemøder skal de høstede erfaringer deles med øvrige kollegaer (er allerede sket i kemi). Der er sammenfald i lærerne mellem fysik og kemi, så der mangler bare en invitation til et besøg hos biologilærerne.

En god måde at få spredt didaktikken er at indarbejde små forløb i kanon i fagene, at arbejde flere lærere sammen om ideer, indkøb mm er inspirerende og tidsbesparende. Endvidere skal faggruppe lave idebanker med små/store engineeringforløb, så det er nemt at gå i gang.

TILTAG OG MÅL

Hvilke tiltag skal der iværksættes/fastholdes for at sikrespredning og fortsat forankring på gymnasiet?

Blandt lærerne

Hos ledelsen

Vi kan inddrage engineering i vores faggruppesamtaler med de naturvidenskabelige fag. Endvidere skal vi på forhånd initialisere afrapportering fra de deltagende lærere – lade begejstringen smitte men også give plads til frustrationerne. Både de gode som mindre gode erfaringer skal videreformidles.

Organisatoriske tiltag? Vi skal lave regnskab over hvad det faktisk koster – det er ikke billigt at købe ind til de mange mayonnaiseforsøg.

Hvordan gør vi planen til virkelighed?

Fx hvilke konkrete aftaler skal der laves? En spændende afrapportering til øvrige lærere/faggrupper

Hvilke møder og/eller samarbejder skal aftales?

Hvordan skal ledelsen inddrages? Inddrage emnet til faggruppesamtalerne i nat fag?

Hvordan evaluerer vi indsatsen?

Hvilke forhindringer kunne der være for at følge planen?

Fx hvad kan hæmme udbredelse til fagkollegaer på eget gymnasium? Tid for faggruppen, tid for den enkelte lærer til forberedelse, tid i fagets læreplan, skemapositioner, penge til materialer og evt. fantasi

Hvad kan fremme udbredelse til fagkollegaer på eget gymnasium? Glade elever, der har lyst, forstår og gider 😊 -forsøg der lykkes.

C. Forankringsplan fra Silkeborg Gymnasium

STATUS OG MÅL

Hvordan vil I beskrive graden af forankring på gymnasiet?

Beskriv fx hvordan engineering er blevet integreret i undervisningen, tilbagevendende forløb eller lign. Er andre lærere end de fire projektdeltagere blevet involveret i engineering – og hvordan?

Forankringen findes for nuværende først og fremmes i projektgruppen, der vil genbruge (dele af) de forløb, der er afprøvet i engineering-projektet.

Flere lærere er i forbindelse med og har med stor succes inddraget eksperter fra "Book en ekspert" under Engineer the Future. Dette vil vi fortsætte og udbygge. Skolen forsøger i et andet projekt at forbedre anvendelsen af IT-platforme til at inddrage omverden yderligere i undervisningen. Dette tænkes at kunne styrke anvendelsen af eksperterne fra "Book en ekspert". Eksempelvis ved kontakt/oplæg/spørgsmål via virtuelle møder med klassen. Dette kan tænkes at blive brugt i en række forskellige forløb fremadrettet.

Hvad er jeres vigtigste begrundelse for at fastholde engineering på gymnasiet?

Vi vil gerne udvikle fysikundervisningen i en retning, hvor den er endnu mere orienteret mod,

- at arbejde med problemstillinger fra hverdag, samfund mv.
- at engagere eleverne og udvikle deres innovative evner
- at arbejde med åbne problemstillinger Engineering kan bidrage i forhold til ovenstående.

Hvilke mål har I for spredningen af engineeringdidaktik og -metode til de andre fagkollegaer?

Vi har først og fremmest mål i forhold til ovennævnte tre områder og tænker, at deltagerne i projektgruppen skal sprede deres erfaringer i de samarbejder, som vi etablerer i fysikfaggruppen.

Det er ikke et selvstændigt mål, at alle i faggruppen bliver bekendt med detaljerne i engineeringdidaktik.

TILTAG OG MÅL

Hvilke tiltag skal der iværksættes/fastholdes for at sikre spredning og fortsat forankring på gymnasiet?

Blandt lærerne

Hos ledelsen

Organisatoriske tiltag?

Skolen som helhed og fysikfaggruppen i særdeleshed arbejder med at få etableret professionelle læringsfællesskaber for lærerne. Dette er et længerevarende proces, der kræver ressourcer og

kompetenceudvikling. PLF'erne kan udgøre rammen for interventioner, der involverer elementer fra engineeringdidaktikken.

Hvordan gør vi planen til virkelighed?

Fx hvilke konkrete aftaler skal der laves?

Hvilke møder og/eller samarbejder skal aftales? Hvordan skal ledelsen inddrages?

Hvordan evaluerer vi indsatsen?

Skolens arbejde med udvikling af PLF'er fortsættes – og involverer alle niveauer i organisationen.

Hvilke forhindringer kunne der være for at følge planen?

Fx hvad kan hæmme udbredelse til fagkollegaer på eget gymnasium?

Hvad kan fremme udbredelse til fagkollegaer på eget gymnasium?

Hæmmende: Almindelig travlhed i organisationen og optagethed af andre udviklingsområder.

Fremmende: Eksisterende dagsorden i forhold til udvikling af samarbejde mellem kolleger og engagement hos de lærere, der har deltaget i Engineering-projektet.

Mangler vi kompetencer fremadrettet? Eller inspiration? – Hvor kan vi hente dette?

En fortsættelse og udvikling af "Book en ekspert" vil være godt.

Bilag 3: Oversigt over engineeringforløb udviklet i projektet

Silkeborg:

1. Over isen (mekanik i Fysik B, 2g)
2. Byg et instrument (Fysik B, 1g)
3. (sensorforløb - udgives i forsommeren 21)

Odder:

4. Escape Room (2g, Engelsk og Fysik A/Fysik B (klassen var to studieretninger))
5. Design et vaskepulver Enzymforløb (2g Biotek A)
6. Mayonnaise (Kemi C, 4 2g-klasser))

Egaa:

7. Lysintensiteten på Mars (NV-forløb, 1g)
8. PET scanner (Bioteknologi A og fysik A, 3g)
9. Enzymkonsulenterne (1g Biotek A)
(Lærer fra Virum Gymnasium, der har tilpasset enzymforløb fra Odder til 1g-elever)