

Evaluering af Naturfagsmaraton

Afsluttende rapport

November 2022

Evalueringen er gennemført af

Suzie Auener og Olga Trolle

Naturfagenes evaluerings- og udviklingscenter - neuc.dk

Om Naturfagenes evaluerings- og udviklingscenter

Naturfagenes evaluerings- og udviklingscenter (NEUC) drives i et samarbejde mellem Institut for Naturfagenes Didaktik (IND) på Københavns Universitet og Astra - det nationale naturfagscenter. Læs mere på www.neuc.dk

Indholdsfortegnelse

1. Resumé af rapporten	4
2. Indledning	5
2.1 Evalueringens formål og design	5
2.2 Evalueringens leverancer	7
3. Metode	8
4. Resultater	10
4.1 Elevernes udbytte	10
4.1.1 Anbefalinger i relation til elevernes udbytte på tværs af delleverancerne	11
4.2 Lærerroller	12
4.2.1 Anbefalinger i relation til lærerroller på tværs af delleverancerne	14
4.3 Opgavernes tilrettelæggelse	14
4.3.1 Anbefalinger til opgavernes tilrettelæggelse på tværs af delleverancerne	15
4.4 Teknologiens rolle i NFM	16
4.4.1 Anbefalinger til teknologiens rolle på tværs af delleverancerne	16
4.5 NFM's formater	16
4.5.1 Anbefalinger i relation til NFM's formater på tværs af delleverancerne	18
4.6 NFM's indflydelse på skolernes naturfaglige kulturer	18
4.6.1 Anbefalinger i relation til NFM's indflydelse på skolernes naturfaglige kulturer	18
5. Opsummering af de tværgående analyser	20
6. Litteratur	22

1. Resumé af rapporten

Baggrund

Naturfagernes evaluerings- og udviklingscenter (NEUC) har gennemført en evaluering af Naturfagsmaraton (NFM) for Naturvidenskabernes Hus i perioden medio 2019 til ultimo 2022. Evalueringens aktiviteter bygger på to evalueringsdesign, som er udviklet i samarbejde med NFM's projektledelser. Der er gennemført syv delleverancer. Denne rapport er den sidste og opsummerer de syv delleverancer.

Metode

De samlede erfaringer og den viden, der er høstet på tværs af evalueringens delaktiviteter og -leverancer gennem hele evalueringsperioden, er syntetiseret og fremstilles i denne rapport. De enkelte delleverancer findes i rapportens bilag, hvor også metoden for hver enkelt undersøgelse er beskrevet. Respondenterne inkluderer lærere, elever, skoleledere, kommunale naturfagskoordinatorer, naturfagsvejledere og en enkelt NFM-pilot. I udvælgelsen af respondenter, har der, hvor muligt, været lagt vægt på en vis erfaring med deltagelse i NFM (med undtagelse af elever). I forbindelse med evalueringen startede der en proces i 2020 med udvikling af projektets forandringsteori. Fokusområderne i denne har været styrende primært for den del af evalueringen, der lå efter udarbejdelsen af forandringsteorien. Valget af de fleste af denne rapport's tværgående analysetemaer har således direkte sammenhæng med forandringsteorien.

Resultater

De temaer, der er fremkommet gennem syntetisering er: *Elevernes udbytte, lærerroller, opgavernes tilrettelæggelse, teknologiens rolle i NFM, NFM's formater samt NFM's indflydelse på skolernes naturfaglige kulturer.*

- **Elevernes udbytte:** NFM motiverer og skaber interesse for naturfag hos eleverne, hvilket især tilskrives arbejdsformen. Ydermere vurderer lærerne, at det gennem NFM er lykkedes

at øge elevernes udbytte indenfor de kompetencer, der knytter sig til engineeringmetoden. Lærerne gav udtryk for, at NFM rummer mange forskellige typer af elever, og mange elevtyper får udbytte af at deltage i NFM.

- **Lærerroller:** NFM inspirerer lærerne til at arbejde med åbne opgaver gennem engineeringdidaktikken. Rollen som vejleder kræver lærernes opmærksomhed og energi og data tyder på, at det ikke er en velkendt rolle for lærerne. Evalueringen har ikke kunnet finde eksempler på, at arbejdet med NFM støtter lærernes arbejde med at evaluere elevernes kompetencer. Samtidig tyder data på, at der ikke i forvejen har eksisteret en stærk evalueringskultur inden for naturfagene hos de lærere, der har deltaget i evalueringen.

- **Opgavernes tilrettelæggelse:** Opgaverne motiverer eleverne og giver dem erfaring med de naturfaglige kompetenceområder og med at arbejde efter engineeringmetoden. Opgaverne er tilrettelagt så mange forskellige elever har mulighed for at finde inspiration til at arbejde med naturfagene.

- **Teknologiens rolle i NFM:** Ny teknologi er en udfordring - både for lærere og elever, og de benytter ikke NFM som anledning til at inddrage ny teknologi.

- **NFM's forskellige formater:** Konkurrenceformatet er med til at skabe synlighed om naturfagene i den enkelte kommune og på den enkelte skole. Desuden er konkurrenceformatet med til at motivere eleverne for naturfagsundervisningen og give dem en følelse af fællesskab.

- **NFM's indflydelse på skolernes naturfaglige kulturer:** NFM bidrager til skolernes naturfaglige kulturer ved at skabe synlighed for naturfagene på skolerne og skabe en ramme for deltagelse på kommunalt niveau.

2. Indledning

Naturfagsmaraton (NFM) er drevet af Naturvidenskabernes Hus og er et længere undervisningsforløb i faget natur og teknologi for 5.-6. klasses elever. I indeværende skoleår (2022/2023) deltager 56 kommuner og over 25.000 elever. Forløbet kulminerer med lokale konkurrencedage, hvor eleverne konkurrerer om de bedste løsninger på innovative opgaver. Lærerne bliver af projektet klædt på til forløbet med lærervejledninger, videoer, lærerkurser og indføring i engineeringdidaktik¹.

Naturvidenskabernes Hus har modtaget en bevilling fra Novo Nordisk Fonden og Villum Fonden til udvikling af NFM i perioden 1. juli 2019 til 31. december 2022 og modtager desuden støtte fra Grundfos og Børne- og Undervisningsministeriet.

Formålet med udvikling af NFM er at inspirere og motivere elever i 5.-6. klasse med virksomhedscases i NFM, understøtte elevernes læring ved at løse digitale naturfaglige og teknologiske åbne opgaver gennem engineeringaktiviteter og øge lærerkompetencer til professionelt at understøtte elevernes arbejde med aktuelle virksomhedscases og åbne opgaver med engineeringdidaktik.

For projektperioden 1. juli 2019 til 31. december 2022 er fokus ifølge NFM's projektbeskrivelse², rettet mod fire vigtige indsatsområder, der hver især vil bidrage til at øge kvaliteten af NFM i en sådan grad, at endnu flere elever og deres lærere får nye kompetencer og inspiration ved at deltage i den store samlede oplevelse, som NFM er:

- **Virksomhedscases:** Integration af virksomhedscases
- **Elever som digitale problemløser:** Digitale teknologiers indtog i opgaverne samt kompetenceudvikling af lærere
- **Udbredelse:** Alle skal kende NFM
- **Evaluering og effekt:** Mere dybdegående evaluering af indsatsens effekt og udbytte hos elever og lærere

2.1 Evalueringens formål og design

Naturfagenes evaluerings- og udviklingscenter (NEUC) gennemfører evalueringen af NFM. Evalueringen løber fra medio 2019 til ultimo 2022. Dette er den afsluttende og opsamlende rapport, som samler resultater på tværs af evalueringens delleverancer. Hver delleverance har sin egen afrapportering (se tabel 1). Hvis man har særlig interesse i nogle af de enkelte evalueringsaktiviteter, henvises der til nærværende rapport's bilagsmateriale.

¹ Engineering er en særlig arbejdsform, hvor eleverne arbejder med at finde konkrete løsninger på konkrete problemer se endvidere <https://engineerthefuture.dk/undervisning/engineering-i-skolen/didaktikken-bag-engineering/>

² Naturfagsmaratons projektbeskrivelse: Udvikling af Naturfagsmaraton – en indsats i mellemtrinnet er vigtig

Evalueringens delleverancer bygger på evalueringsdesign, som er udviklet i samarbejde med NFM's projektledelse. Undervejs i projektperioden justerede man projektledelsen, hvilket gav anledning til en tilpasning af det første evalueringsdesign. Da evalueringens leverancer er afhængig af det til enhver tid gældende evalueringsdesign, og der i evalueringsperioden har været beskrevet forskellige formål for evalueringen og aftalt forskellige leverancer, er formålet for henholdsvis det første og det endelige design beskrevet i det nedenstående.

I det første evalueringsdesign er evalueringens formål beskrevet således:

Evalueringsdesign 1: Evalueringens formål *indtil februar 2021 (gammel)*

Evalueringen har to formål:

1. At sikre, at der indsamles viden om virkning af eksisterende og nye aktiviteter, som fødes tilbage i projektet mht. videreudvikling af projektets aktiviteter og indsatser.
2. At skabe datagrundlag til brug for projektets afrapportering til fonden (hvert år i marts).

Evalueringen løber fra 1. juli 2019 til 31. december 2022. Evalueringsaktiviteter tilpasses løbende i samarbejde med projektledelsen.

I det endelige og nuværende evalueringsdesign er formålet med evalueringen beskrevet således:

Evalueringsdesign 2: Evalueringens formål *efter februar 2021 (gældende)*

Naturfagernes evaluering- og udviklingscenter (NEUC) gennemfører en evaluering af NFM. Evalueringen tager afsæt i projektets formål og fokusområder mhp. at undersøge skolers, læreres og elevers udbytte af at deltage i NFM.

Formålet med NEUC's evaluering af NFM er:

- at udvikle en model for elevevaluering: Et evalueringsværktøj. Formålet er at opnå viden om, hvilket udbytte elever og lærere får af NFM. Denne viden skal både tilgå lærere og NFM,
- at assistere NFM i at tilpasse og analysere NFM's årlige lærerspørgeskemaer,
- at lave årlige evalueringer af nye aktiviteter og indsatser, herunder bootcamp for 4. klasser, minimarathon samt online-udgave af NFM,
- at undersøge NFM's indflydelse på skolernes naturfaglige kulturer³.

Disse forskellige formål afspejler sig i evalueringens delleverancer.

³ Sølberg, J. (2006).

2.2 Evalueringens leverancer

I tabel 1 ses en oversigt over evalueringens delleverancer, evalueringsaktiviteter, afrapporteringer og bilag. Afrapporteringerne er undervejs valideret af NFM og findes ligeledes i bilag A-G.

Tabel 1: Oversigt over evalueringens delleverancer, evalueringsaktiviteter, afrapportering og bilag

Delleverance	Evalueringsaktivitet	Afrapportering	Bilag
A	Undersøgelse af Mini-marathon	Pointer fra Naturfagsminimaraton	Bilag A
B	Undersøgelse af Boot-camp for 4. klasser	Pointer fra NFM-bootcamp	Bilag B
C	Undersøgelse af teknologiforståelse	Pointer teknologiforståelse	Bilag C
D	Udvikling af forandringsteori	Forandringsteori: opsamling, kondensering og revideret udgave	Bilag D1, D2 og D3
E	Erfaringsopsamling af online-udgave af NFM	Læreres og pilots perspektiver på online NFM	Bilag E
F	Udvikling af evalueringsværktøj	Elevernes udbytte Modeller for elevevaluering	Bilag F1, F2 og F3
G	Undersøgelse af NFM's indflydelse på skolernes naturfaglige kulturer	NFM's indflydelse på lokale naturfaglige kulturer	Bilag G1 og G2

3. Metode

Denne rapport udgør syntesen af de samlede erfaringer og viden høstet gennem hele evalueringsperioden (2019-2022) på tværs af evalueringens delleverancer. Metode for hver enkelt devaluering er beskrevet under hver undersøgelse (se bilag A-G). Dog skal det på denne plads fremhæves, at det for alle delleverancer gælder, at respondenterne, hvad angår lærere, alle er udvalgt ud fra at de har deltaget i NFM i en årrække og dermed formodes at have et godt kendskab til projektet. Dette valg er truffet med det formål at få indsigt i, hvilken indflydelse NFM potentielt kan have på skoler, der vælger at deltage over en længere periode, og det er med dette perspektiv for øje, at resultaterne skal læses.

I forbindelse med justeringen i projektledelsen i 2020 blev der i sommeren samme år udtrykt ønske om udarbejdelse af en forandringsteori for NFM.

En forandringsteori tilbyder et projekt et fokuseret overblik og kan systematisere, skabe fælles forståelse for prioriteringer i indsatsen⁴ og danne grundlag for at følge op og vurdere indsatsen. Arbejdet med udvikling af en forandringsteori visualiserer sammenhængen mellem aktiviteter, trin på vejen (delmål eller midtvejsresultater) og resultater. Kort fortalt er forandringsteorien i denne sammenhæng altså en 'teori' om, hvordan NFM virker.

Processen med at udarbejde en forandringsteori for NFM strakte sig fra juni 2020 til december 2021. Den indledtes med en workshop på Naturvidenskabernes Hus den 25. juni 2020, hvor NEUC indledningsvist holdt et oplæg om principperne for en forandringsteori. På workshoppen arbejdede NEUC og deltagere fra NFM videre med forandringsteorien med at skabe overblik over, hvilke kausalitetskæder, der lå som implicite antagelser i projektet gennem et overblik over aktiviteter og trin på vejen. Arbejdet med at gøre forandringsteorien klar til evaluering blev påbegyndt - men ikke færdiggjort - på workshoppen. Det skete ved, i fællesskab, at identificere tegn (forhold, omstændigheder, holdninger og/eller adfærd som tegn på ønsket forandring) og succeskriterier (kvantitativ og/eller kvalitativ specificering af, hvad man gerne vil opnå: hvor mange, hvor ofte, hvordan osv.) ved udvalgte trin på vejen og resultater. Efterfølgende renskrev NEUC forandringsteorien og udarbejdede oversigter over kausalitetskæder samt mål og delmål, deres succeskriterier og evalueringsmetoder. På baggrund af opfølgende møder med projektgruppen (16. september 2020, 19. oktober 2020, 25. februar 2021 og 7. december 2021) er forandringsteorien blevet kondenseret, justeret og tilpasset (se bilag D1, D2 og D3).

Arbejdet med forandringsteorien har således i samarbejde med projektet affødt en række fokusområder, som har været styrende for primært den del af evalueringen, der lå efter udarbejdelsen af

⁴ Her forstås 'indsats' som projektet NFM.

forandringsteorien. Valget af de fleste af denne rapport's tværgående analysetemaer har en direkte sammenhæng med forandringsteorien. Evalueringen har på denne baggrund indsamlet vigtige data gennem delleverancer, og data kan enten bekræfte eller afkræfte forandringsteorien.

De tværgående analysetemaer, som ligger til grund for nærværende rapport, fremgår af bilag H og har stort set alle (fire ud af fem) en central placering i forandringsteorien. De er enten centrale for at projektet *når sine mål* eller er et centralt *resultat* for projektet. Temaerne er derfor behandlet i hver sit underafsnit under *Resultater*. For hvert tema er de vigtigste konklusioner på tværs af delleverancerne fremdraget, og det er undersøgt i hvilket omfang konklusionerne underbygger forandringsteorien. Endelig er der listet anbefalinger, der er givet på tværs af delleverancerne i relation til temaerne. Det har ikke været en del af nærværende rapport at undersøge, i hvilken grad anbefalingerne allerede er gennemført. Der vil derfor kunne forekomme anbefalinger, der allerede er gennemført eller ikke længere er relevante. Anbefalingerne er samlet i de enkelte underafsnit for at give projektet et overblik, der evt. kan anvendes som beslutningsgrundlag.

4. Resultater

De temaer, det har vist sig muligt at belyse gennem den tværgående analyse af delleverancerne, er: *Elevernes udbytte, lærerroller, opgavernes tilrettelæggelse, teknologiens rolle i NFM, NFM's forskellige formater samt NFM's indflydelse på skolernes naturfaglige kulturer.* Resultaterne fra den tværgående analyse bliver i det følgende, hvor det er muligt, behandlet i relation til forandringsteorien, der fremgår af bilag D1 s.7.

4.1 Elevernes udbytte

Som det fremgår af bilag H: *Synteser fordelt på temaer*, har alle delleverancer berørt elevernes udbytte. På tværs af delleverancerne fremstår det tydeligt, at NFM er med til at motivere og skabe interesse for naturfag hos eleverne.

Det er hyggeligt at bruge sin fantasi sammen med sine venner (elev 5. klasse) (F).

Det skyldes særligt, at arbejdsformen er med til at give en god oplevelse og at eleverne erfarer, at de *kan noget* i arbejdet med NFM. Eleverne giver via interview udtryk for, at de tager en positiv læringsproces med sig, og at de gerne vil deltage i NFM igen.

Det er også både lærernes og de kommunale naturfagskoordinatorer vurdering, at det særligt er arbejdsformen, der skaber denne motivation for naturfagsundervisningen hos eleverne.

NFM anvender engineeringmetoden, og det er lærernes vurdering, at det er lykkedes at bringe mange elevers engineeringkompetencer i spil og øge elevernes udbytte indenfor engineeringkompetencerne. Lærerne fremhæver, at særligt det at *forbedre* har et godt læringspotentiale.

Det er engineeringkompetencer, eleverne får med sig (lærerinterview) (F).

Alle fik noget ud af dagen, også de børn der normalt ikke deltager så meget i den normale undervisning (B).

Lærerne giver udtryk for, at NFM rummer mange elever, og mange elevtyper får udbytte af at deltage i NFM. NFM understøtter desuden elevernes fællesskabsfølelse.

I forandringsteorien er fire resultater knyttet til elevernes udbytte:

- Eleverne bliver inspirerede og motiverede til at arbejde med teknologi og naturvidenskab/naturfag.
- Eleverne oplever mestring i forhold til at løse opgaver med digital problemløsning
- Eleverne udvikler færdigheder og kompetencer til at arbejde med åbne opgaver med engineeringaktiviteter
- Eleverne oplever naturfag som relevant for/i deres hverdag.

De data, der er indsamlet via delleverancerne, bekræfter følgende to antagelser, der eksisterer om NFM's virkning i forhold til elevernes udbytte:

- Via opgavernes tilrettelæggelse bliver eleverne inspireret og motiveret til at arbejde med naturvidenskab/naturfag
- Via opgavernes tilrettelæggelse oplever eleverne at de har færdigheder og kompetencer til at arbejde med åbne opgaver med engineeringaktiviteter.

De elevudbytter, der knytter sig til digital problemløsning, behandles i afsnittet *Teknologiens rolle i NFM*. De elevudbytter, der knytter sig til virksomhedscases, har ikke specifikt og ikke i tilstrækkelig grad indgået i evalueringdesignet, så der er ikke samlet nok data til at bekræfte eller afkræfte denne del af forandringsteoriens antagelse om elevernes udbytte. Det samme gør sig gældende med de elevudbytter der knytter sig til elevernes oplevelse af naturfagernes relevans for deres hverdag. Resultaterne fra delleverance F⁵ peger dog på, at den narrative ramme Grønby⁶ ikke i tilstrækkelig grad knytter an til elevernes hverdag, og at den narrative ramme om NFM ikke medvirker til at knytte naturfagene til elevernes hverdag. Det vil være relevant for NFM at indsamle data, der kan bekræfte eller afkræfte de sidste antagelser om elevernes udbytte i forandringsteorien.

4.1.1 Anbefalinger i relation til elevernes udbytte på tværs af delleverancerne

Følgende anbefalinger er givet i forbindelse med tidligere delleverancer:

- For at styrke elever og læreres opmærksomhed på kompetencer kan NFM overveje at tildele point i pointsystemet i forhold til elevernes udvikling af de pågældende kompetencer (Delleverance F).
- Elevernes arbejde med de naturfaglige kompetencer kan understøttes ved at vejlede eleverne i undersøgelsesarkene (Delleverance F).
- Eleverne kan understøttes i en større systematik omkring arbejdet med prototyper. (engineeringkompetence). Det kunne fx ske ved at fastholde generelle undersøgelsesark, der

⁵ Delleverance F: Udvikling af evalueringsværktøj

⁶ Grønby er en opdigtet by som alle opgaverne i NFM knytter sig til.

- introducerer og fastholder systematik om afprøvning af prototyper⁷ (Delleverance F).
- Ved at give eleverne medindflydelse på kravene til opgaven og/eller inddrage brugerperspektivet yderligere vil elevernes udbytte af arbejdet med NFM forventeligt øges (Delleverance F).
 - En online platform, hvor eleverne selv deler deres forslag til løsninger kan bidrage til elevernes selvstændige arbejde og elevernes uploadede videoer og billeder kan anvendes i forbindelse med evaluering (Delleverance E).

4.2 Lærerroller

Lærerrollen har været berørt i alle de gennemførte delleverancer. Et gennemgående fund er, at det kræver energi og overskud for lærerne at deltage i NFM. Det er både lærere, skoleledere og kommunale

Både eleverne og jeg er udmattet. Det er et hårdt projekt at komme igennem, det synes jeg (lærerinterview) (F).

naturfagskoordinatorer enige om. Det er derfor afgørende for lærernes positive oplevelse af NFM, at skolelederne gennem bl.a. omlægning af skema og tildeling af ekstra ressourcer skaber gode rammer for

gennemførelse af NFM på skolen. Det er lavpraktiske opgaver som fx organisering af de mange grupper, der arbejder selvstændigt med hver sin opgave og kræver særlige materialer, der kræver energi og overskud.

Samtidig er den rolle lærerne indtager - rollen som vejleder - ikke så velkendt for dem, og tager dermed også deres opmærksomhed og energi. Lærerne efterspørger derfor også mere vejledning i forhold til vejlederopgaven.

(...)ikke mindst, så er min rolle også at sikre den koordination, der skal til, for at man mødes omkring det at have det faglige fællesskab, både hvad elever og lærere angår' (skoleleder) (G).

Endelig kræver det opmærksomhed og energi for lærerne at sætte sig ind i ny teknologi, og de efterspørger derfor også introduktionskurser til de teknologier, der med fordel kan anvendes i opgaverne i NFM. På konkurrencedagen er det fx en stor fordel, hvis rollen som dommere er lagt ud til andre end lærerne. Det giver lærerne mulighed for at understøtte og hjælpe deres egne elever og på sigt også mulighed for at evaluere egne elevers indsats.

⁷ Systematikken hjælper eleverne med at skabe transfer mellem produktafprøvningen og de ændringer, de foretager i prototypen.

Da det langt overvejende er frivilligt for den enkelte lærer at deltage i NFM, og altså op til lærerne at beslutte, om de vil lade klasserne/eleverne deltage i NFM, er det vitalt for NFM's udbredelse og elevernes udbytte, at lærerne får en positiv oplevelse af deres og elevernes deltagelse i NFM.

Når der er sådan en begivenhed for mig, så er det rigtig vigtigt, at jeg kan samle de naturfagslærere, der er omkring det her, for at jeg får dem ind i min fold, og for at de ved, at jeg er der, og hvordan jeg kan hjælpe og støtte dem nogengange. Og det giver dem rigtig meget videndeling dem imellem (naturfagskoordinator)(G).

NFM er i flere kommuner en anledning til at skabe og/eller vedligeholde netværk blandt naturfagslærere i den enkelte kommune. Netværkene kan for den enkelte lærer være vigtig inspiration til egen undervisning både i forhold til NFM, men også som et generelt netværk til hjælp og inspiration til egen undervisning.

Det giver dem i hvert fald det der skub bag på, at du er jo nødt til ligesom at undervise efter kompetencerne i naturfagene (naturfagsvejleder) (G).

De kommunale naturfagskoordinatorer har en særlig forventning om, at NFM's tilrettelæggelse af opgaverne tvinger lærerne til at have et højere grad af kompetencefokus end i den almindelige undervisning. Opgaverne i NFM er da også tilrettelagt, så eleverne naturligt

kommer til at arbejde inden for de fire naturfaglige kompetencer⁸ og inden for engineeringkompetencerne⁹. På den måde får både elever og lærere erfaring med, hvad undervisning inden for kompetenceområderne indeholder.

Men selvom eleverne arbejder indenfor et kompetenceområde, har lærerne ikke fokus på at evaluere kompetencerne, hverken for sig selv eller sammen med eleverne.

Ved ikke om vi plejer at evaluere det? ... Det burde vi nok (lærerinterview) (F).

Det har ikke været muligt, hverken gennem interview med lærerne eller observationer, at påvise at NFM understøtter lærernes arbejde med at *evaluere* elevernes kompetencer.

⁸ De fire naturfaglige kompetencer på tværs af naturfagene i Grundskolen er undersøgelseskompetencen, modelleringskompetencen, kommunikationskompetencen og perspektiveringskompetencen

⁹ Analysen har lagt vægt på de fire engineering-kompetenceområder samarbejde, designproces, materialer og teknologier samt ansvar.

De lærere, som NEUC har været i kontakt med gennem evalueringen, har i langt overvejende grad været erfarne lærere, der har valgt at arbejde med NFM gennem flere år. Når de erfarne deltagere ikke evaluerer, må det formodes at evalueringskulturen generelt står svagt. Der er i forbindelse med delleverance F udarbejdet et udkast til et evalueringsredskab (se bilag F2 og F3), som det anbefales, at NFM arbejder videre med.

Konkurrencedagen, med dens indbyggede vurdering af elevernes arbejde, kan ikke træde i stedet for lærernes evaluering af elevernes arbejde.

I forandringsteorien er to resultater knyttet til lærernes roller:

- Lærerne bliver inspireret til at arbejde med åbne opgaver gennem engineeringdidaktikken
- Lærerne bliver inspireret til at arbejde med virksomhedscases

De data, der er indsamlet via delleverancerne, bekræfter den antagelse, der er i forandringsteorien om, at NFM, via tilrettelæggelse af opgaverne, inspirerer lærerne til at arbejde med åbne opgaver gennem engineeringdidaktikken.

Det har ikke været en del af NEUC's evaluering at fokusere på i hvilken grad tilrettelæggelsen af opgaver med virkelighedsnære virksomhedscases inspirerer og motiverer lærerne til at samarbejde med virksomheder. Det vil derfor være relevant for NFM fortsat at indsamle data herom¹⁰.

4.2.1 Anbefalinger i relation til lærerroller på tværs af delleverancerne

Følgende anbefalinger er givet i forbindelse med tidligere delleverancer:

- Lærerens rolle som vejleder og facilitator kan understøttes yderligere i dels lærervejledningen og dels på lærerkurserne (Delleverance F).
- NFM kan fokusere på nogle få kompetencer og være eksplicit omkring de valgte kompetencer i lærervejledningen (Delleverance F).
- NFM kan understøtte en evalueringskultur med en plan for test og implementering af et evalueringsredskab fx med udgangspunkt i indeværende evaluerings udkast til redskab (Delleverance F).
- NFM kan fortsat understøtte lærerens arbejde på konkurrencedagen ved at lægge op til at de kommunale naturfagskoordinatorer rekrutterer eksterne dommere på konkurrencedagen (Delleverance G).
- NFM kan understøtte det kommunale netværkssamarbejde ved at opfordre de kommunale naturfagskoordinatorer til fortsat at have fokus på at vedligeholde og/eller etablere netværk blandt naturfagslærere og/eller -vejledere (Delleverancer G).

¹⁰ NFM's årlige surveys til lærere indeholder spørgsmål der undersøger om virkelighedsnære virksomhedscases inspirerer og motiverer lærerne til at samarbejde med virksomheder.

- NFM kan understøtte skoleledernes opbakning i form af ekstra ressourcer eller omstrukturering af lærernes tid i fx projektuger ved at formidle de gode eksempler til de kommunale koordinatore (Delleverance G).

4.3 Opgavernes tilrettelæggelse

Opgaverne i NFM står også helt centralt i forandringsteorien, som den styrende aktivitet, der via flere trin på vejen fører til samtlige resultater i forandringsteorien for NFM (se bilag D3). Data viser da også, at opgaverne sammen med pointsystemet er helt centrale styringsredskaber i NFM. I afsnittet behandles opgavernes betydning generelt på tværs af de enkelte delleverancer.

Det er gennem opgavernes tilrettelæggelse, at eleverne får erfaringer med de naturfaglige kompetenceområder og erfaringer med at arbejde efter engineeringmetoden. Begge dele fremhæves af lærerne, skolelederne og de kommunale naturfagskoordinatorer som positivt. Opgaverne er desuden tilrettelagt på en måde, så de medvirker til at motivere eleverne, og eleverne får umiddelbart lyst til at løse de udfordringer, der ligger i opgaverne. Eleverne giver således udtryk for, at de gerne vil arbejde med flere opgaver som dem, de kender fra NFM.

Opgaverne i NFM er bygget op om en fortælling om Grønby og data fra delleverance F tyder på, at eleverne ikke finder selve narrativet særligt relevant eller virkelighedsnært, selvom de finder udfordringerne spændende at løse.

Det er jo ikke en virkelig by (elevinterview) (F).

Variationen i opgaverne giver mange forskellige typer elever mulighed for at deltage og blive engageret i opgaveløsningen. Igennem de seneste år er der gjort en del for at målrette opgaverne til brugerne, og det er en generel vurdering fra lærere og vejledere at opgaverne i de mere end tre år evalueringen har været i gang, dels er blevet lettere at gå til og dels lettere at forstå og desuden lettere at arbejde selvstændigt med for eleverne. Der kan derfor være et udbredelsespotentiale for NFM i at formidle denne viden til de lærere, der stoppede deres deltagelse for mere end tre år siden.

Opgaverne giver en særlig mulighed for at præge elevernes arbejdsmetoder. Der er derfor en reel mulighed for at understøtte gode arbejdsprocesser for elever, som NFM med fordel kunne tage op og gøre endnu mere ved. Delleverance F viser, at arbejdet med at forbedre prototyper kunne gøres mere struktureret, og denne struktur kan understøttes gennem opgaverne. I flere delleverancer er der udtrykt ønske om en større sproglighed i opgaverne. En sproglighed som NFM fortsat kan understøtte i opgaverne via en uddybet forforståelse, ordkort, fagbegreber, hjælpetekster, ordforklaringer samt fortsat brug af sproglig vejleder til opgaverne.

4.3.1 Anbefalinger til opgavernes tilrettelæggelse på tværs af delleverancerne

Følgende anbefalinger er givet i forbindelse med tidligere delleverancer:

- NFM kan skærpe rammesætningen omkring fagord og brug heraf, hvilket kan hjælpe eleverne yderligere til at blive opmærksomme på dette og understøtte sproglighed i naturfagene (Delleverance F).
- Som supplement til NFM kan man indføre et forforståelsesark, som forklarer de svære ord og begreber (Delleverance E).
- NFM kan styrke aspektet med perspektiveringskompetencen (Delundersøgelse F).
- Grønby som narrativ bør sættes bedre i spil, hvis eleverne i højere grad skal gøre brug af det (Delleverance F).
- NFM kan formidle, at lærerne oplever at opgaverne er blevet lettere (Delleverance G).

4.4 Teknologiens rolle i NFM

På tværs af data fra delleverancerne fremgår det, at ny teknologi fortsat er en udfordring for lærerne og for eleverne, og at NFM ikke formår at bryde det mønster. Delleverancerne viser, at lærerne ikke benytter NFM som anledning til at inddrage ny teknologi. Lærerne giver i delleverance F udtryk for, at det dels skyldes at NFM i sig selv er en stor opgave og dels skyldes at klassens elever arbejder med forskellige opgaver og at forskellige teknologier er relevante for forskellige opgaver.

Det er udfordringen i det. Man skal investere i alle andre dele af micro:bit og købe dem, og så bliver det jo dyrt (lærerinterview) (C).

Heller ikke eleverne giver sig i kast med ny teknologi, men anvender den teknologi, de har til rådighed og som de har erfaring med at anvende. Eleverne har samtidig den udfordring, at de også mangler erfaring med lavteknologiske værktøjer som fx saks, sav, limpistol osv.

Som det fremgår af forandringsteorien, er det en antagelse, at udvikling af opgaver med digital problemløsning vil resultere i, at eleverne oplever mestring i at løse opgaver med digital problemløsning. Af forandringsteorien fremgår det, at det trin på vejen, der skal føre til resultatet, alene er tilrettelæggelse af opgaverne og anvendelse af engineeringdesignprocessen. Med data fra evalueringens delleverancer er det sandsynliggjort, at der kan være behov for flere eller andre trin på vejen, for at eleverne gennem NFM oplever mestring af digital problemløsning. NFM kan overveje, om nogle af anbefalingerne nedenfor er relevante at ophæve til trin på vejen.

4.4.1 Anbefalinger til teknologiens rolle på tværs af delleverancerne

Følgende anbefalinger er givet i forbindelse med tidligere delleverancer:

- NFM bør overveje, hvordan ny (digital) teknologi og materialer kan gøres lettere tilgængeligt for de deltagende skoler, lærere og elever (Delleverance F).
- NFM bør formidle, hvordan man kan lykkes med at gennemføre NFM som skole uden mange ressourcer og meget digital teknologi (Delleverance G).
- Opstartsguider eller -videoer til opgaver, hvor man skal bruge teknologi, vil være en god hjælp til både elever og lærere (Delleverance C).

4.5 NFM's formater

Konkurrenceformatet bliver fremhævet som særligt og unikt for NFM af både lærere og kommunale naturfagskoordinatorer. Lærerne, skolelederne og de kommunale naturfagskoordinatorer fremhæver, at

Og nogen af dem giver det noget, at der er det der konkurrenceelement; at man skal ud og vise det' (naturfagskoordinator A).

konkurrenceformatet skaber synlighed om naturfagene i den enkelte kommune og på den enkelte skole. Det bliver desuden fremhævet på tværs af delleverancerne, at konkurrenceformatet er med til at motivere eleverne for naturfagsundervisningen. Lærerne italesætter desuden, at konkurrenceformatet, hvor klassen konkurrerer mod andre klasser, giver eleverne en fællesskabsfølelse.

De lærere og kommunale naturfagskoordinatorer, der indgår i evalueringen, er alle udvalgt på baggrund af stor erfaring med afvikling af NFM. De har gennem flere år altså valgt NFM til og må dermed formodes at have en præference for konkurrenceformatet. De positive tilkendegivelser må derfor ses på denne baggrund.

De formater, der har været afprøvet, og som på den ene eller anden måde er indgået i evalueringen, har været: minimaraton, naturfagsbootcamp, onlineformat med online konkurrencedag og onlineformat med NFM afviklet på en dag. Der har i alle tilfælde været tale om mindre formater, der af lærerne ikke er oplevet som helt så krævende, og der har været generel positiv tilkendegivelse i forhold til disse. Dog med undtagelse af onlineformatet med NFM afviklet på en dag, som ikke er vurderet helt så positivt af

Eleverne har haft en rigtig god dag, og de vil gerne prøve mere af samme slags (lærer om bootcamp) (B)

lærerne. Det, der bliver særligt fremhævet som positivt er, at de mindre formater giver eleverne mulighed for at fordybe sig, bedre tid til at arbejde med at forbedre prototyperne, og at lærerne oplever

at have bedre tid til de enkelte grupper/elever. De negative følger af de mindre formater er særligt den begrænsede fællesskabsfølelse og det begrænsede input af inspiration udefra.

I forandringsteorien er konkurrencedagen et vigtigt trin på vejen, hvor antagelsen er, at konkurrencedagen er motiverende

at deltage i for eleverne, og det fører til at eleverne bliver interesserede og motiverede for at arbejde med naturfag. De data, der er indsamlet via delleverancerne, underbygger denne antagelse, men bør, som tidligere nævnt, ses på den baggrund, at evalueringen alene har været i kontakt med lærere, der har valgt at arbejde med NFM gennem en årrække, og som derfor må antages i en eller anden grad at have positive erfaringer med eller præferencer for konkurrenceelementet.

Det her koncept [minimarathon] er godt. Også fordi der er lidt mere tid til at forbedre, prøve at arbejde, forbedre, prøve at arbejde, det synes jeg er noget af ideen, at lave den her idéudveksling på tværs af skolerne. (...) Generelt synes jeg, at det var en kanon dag i dag, Jeg synes, der var en utrolig god koncentration og ivrighed. Og eleverne synes, de har haft en god dag (lærer) (A).

4.5.1 Anbefalinger i relation til NFM's formater på tværs af delleverancerne

Følgende anbefalinger er givet i forbindelse med tidligere delleverancer:

- NFM kan overveje om flere formater skal være generelt tilgængelige. Følgende formater er positivt modtaget:
 - mini-maraton (Delleverance A)
 - naturfagsbootcamp (Delleverance B)
 - online afvikling af konkurrencedagen (Delleverance E)
- Lærerne opfordrer desuden til en billigere "gør-det-selv" NFM (Delleverance A).

4.6 NFM's indflydelse på skolernes naturfaglige kulturer

Et af evalueringens formål jvf. evalueringsdesign 2 har været at undersøge NFM's indflydelse på skolernes naturfaglige kultur. I dette afsnit opsummeres kort, hvorledes NFM bidrager til at understøtte opbygning af den lokale naturfaglige kultur på skolerne og i kommunerne (Delleverance G).

Overordnet kan det siges at NFM skaber synlighed for naturfagene på skolerne og skaber en ramme for deltagelse på kommunalt niveau. NFM bidrager således til de lokale naturfaglige kulturer ved at:

- understøtte en (naturfaglig) linje i kommunen
- blive anset som anledning til direkte at understøtte den naturfaglige kultur på den enkelte skole

- guide lærerne til at arbejde efter en bestemt metode (engineering-design-modellen)
- guide lærerne i at have fokus på de naturfaglige kompetencer i undervisningen
- være tænkt ind i en sammenhæng med andre naturfaglige aktiviteter
- være med til enten at skabe eller vedligeholde eksisterende netværk af naturfagslærere og/eller - vejledere
- give lærerne et kompetenceløft.

4.6.1 Anbefalinger i relation til NFM's indflydelse på skolernes naturfaglige kulturer

På baggrund af delleverance G er der en række punkter, som det anbefales NFM at videreformidle til de kommunale naturfagskoordinatorer i kommunerne. Disse punkter handler om, at NFM kan klæde de kommunale naturfagskoordinatorer bedre på ved at formidle:

- at opgaverne er blevet lettere
- at det er en stor hjælp til lærerne, hvis de kommunale naturfagskoordinatorer rekrutterer dommere
- gode eksempler på, hvordan NFM kan anvendes som anledning til at vedligeholde og/eller skabe netværk blandt naturfagslærere
- at skolelederne bør orienteres om deres vigtige rolle i forbindelse med NFM - både i forhold til ressourcer og omlægning af skema
- gode eksempler på, hvordan man lykkes med at gennemføre NFM som skole uden mange ressourcer.

5. Opsummering af de tværgående analyser

Evaluering af NFM har strakt sig over perioden 2019-2022 og omfatter i alt syv delleverancer. De enkelte delleverancer har haft hver deres fokus og tilhørende anbefalinger. Denne rapport er en tværgående analyse af evalueringens delleverancer og belyser hvordan delleverancerne supplerer og bekræfter hinanden. Den tværgående analyse belyser desuden de antagelser, der er i forandringsteorien om NFM's virkning. På denne baggrund fremdrages nedenstående opsummeringer på tværs af delleverancerne.

Samtlige delleverancer har bidraget med data om *elevernes udbytte*. Data i evalueringen underbygger den antagelse, der ligger i forandringsteorien om, at NFM's udvikling af opgaver dels inspirerer og motiverer eleverne til at arbejde med naturvidenskab/naturfag, og dels medfører at eleverne får kompetencer til at arbejde med engineeringmetoden og åbne opgaver. NFM er således med til at motivere og skabe interesse for naturfag hos eleverne, og eleverne vil gerne deltage i NFM igen. Både arbejdsformen og konkurrencedagen skaber motivation hos eleverne.

Samtlige delleverancer har bidraget med viden om *lærerroller* og viser, at selvom NFM er krævende for lærerne at gennemføre, er det samtidigt en anledning for lærerne til at arbejde dels med de naturfaglige kompetencer og engineeringkompetencerne og dels med åbne opgaver og vejlederrollen. Evalueringen viser også, at lærerne har brug for hjælp til at udvikle en evalueringskultur. Evalueringskulturen kan fx etableres med udgangspunkt i det evalueringsværktøj, der er udviklet i forbindelse med delleverance F, hvor der er udarbejdet et redskab til lærerne og et redskab til selvevaluering til eleverne. Hvis NFM ønsker at gøre en særlig indsats for at understøtte den generelle evalueringskultur i naturfagene, anbefales NFM at teste evalueringsredskaberne og inddrage dem i opgaverne og i lærervejledningen.

Mange delleverancer (fem ud af seks) har bidraget med viden om *opgavernes tilrettelæggelse*. Samstemmende fremgår det, at NFM, gennem opgaverne, har en særlig mulighed for at påvirke de arbejdsmetoder, som lærerne anvender i naturfagene og understøtte lærerne i at udvikle deres arbejdsmetoder. Opgaverne i NFM er tilrettelagt, så eleverne naturligt kommer til at arbejde inden for de fire naturfaglige kompetencer og inden for engineeringkompetencerne. På den måde får både elever og lærere erfaring med, hvad undervisning inden for kompetenceområderne indeholder. NFM har derfor en reel mulighed for at understøtte gode arbejdsprocesser for elever, en mulighed NFM med fordel kan tage op og gøre endnu mere ved

Opgaverne er motiverende for eleverne at arbejde med og eleverne er i høj grad i stand til at arbejde selvstændigt med opgaverne. Det har dog ikke været muligt at bekræfte at udvikling af opgaver med virkelighedsnære virksomhedscases motiverer og inspirerer lærer og elever til at samarbejde med virksomheder, som det antages i forandringsteorien. Desuden peger de indsamlede data på at den narrative ramme Grønby ikke medvirker til at knytte naturfagene til elevernes hverdag.

Tre ud af de seks delleverancer har bidraget med data om *teknologiens rolle i NFM*. Indsamlet data i delleverancerne underbygger ikke umiddelbart antagelserne om, at udvikling af opgaver med digital problemløsning medfører at eleverne oplever mestring i forhold til at løse opgaver ved hjælp af digital problemløsning. Data viser, at lærerne vælger de teknologier, de anvender i forvejen. Det vil sige, at lærerne ikke anvender NFM som anledning til at afprøve nye teknologier.

Fire ud af seks delleverancer har bidraget med data om NFM's *formater*. Formaterne har omfattet minimaraton, naturfagsbootcamp og to onlineformater. De mindre formater er fremhævet som positive, da de giver eleverne mulighed for fordybelse og lærerne en oplevelse af bedre tid. De respondenter, evalueringen har været i kontakt med, har langt overvejende været erfarne brugere af NFM og har positivt tilvalgt konkurrenceformatet. Derfor er det ikke muligt at sige noget om, hvorfor nogle lærere, skoler og kommuner vælger ikke at deltage, og om der er mindre ændringer, der kunne gennemføres, som ville give flere lærere, skoler og kommuner mod på at deltage i NFM.

Endelig peger evalueringen på, at NFM understøtter den *naturfaglige kultur* dels ved at skabe rammer for deltagelse på kommunalt niveau og dels ved at skabe synlighed for naturfagene i kommunerne og på skolerne.

6. Litteratur

Andersen, D. & Kjærulf, A. (2003). *Hvad kan børn svare på? - om børn som respondenter i kvantitative spørgeskemaundersøgelser*. Socialforskningsinstituttet.

Dansk Center for Undervisningsmiljø (2020). *Social kompetence og skoletrivsel. Analyser fra den Nationale trivselsmåling*. Lokaliseret d.13.7.2021 på <https://dcum.dk/media/2855/2020-02-19-dcum-rapport-social-kompetence-og-skoletrivsel-web.pdf>.

EMU - danmarks læringsportal (2020). *Kommunikation*. Lokaliseret d.11.8.2021 på <https://emu.dk/grundskole/biologi/kommunikation>.

EMU - danmarks læringsportal (2020). *Modellering*. Lokaliseret d.11.8.2021 på <https://emu.dk/grundskole/biologi/modellering>.

EMU - danmarks læringsportal (2020). *Perspektivering*. Lokaliseret d.11.8.2021 på <https://emu.dk/grundskole/biologi/perspektivering>.

EMU - danmarks læringsportal (2020). *Undersøgelser*. Lokaliseret d.2.6.2021 på <https://emu.dk/grundskole/biologi/undersogelse>

EVA (1) (2009). *En lærerig vej til resultater. Håndbog i evaluering ved hjælp af indsatsteori*. Danmarks Evalueringsinstitut.

EVA (2) (2018). *Elever på mellemtrin og udskoling: God undervisning motiverer os*. Lokaliseret d.13.7.2021 på <https://www.eva.dk/grundskole/elever-paa-mellemtrin-udskoling-undervisning-motiverer-os>

EVA (3) (2020). *Gruppearbejde i folkeskolen, Elevernes perspektiver på en udbredt undervisningspraksis*. Lokaliseret d.13.7.2021 på <https://www.eva.dk/grundskole/gruppearbejde-folkeskolen-elevers-perspektiver>

Jensen, B. (2002). Tilrettelæggelse af undersøgelser med børn som respondenter - med afsæt i konkrete eksempler. *Børn som respondenter: Om børns medvirken i survey*, s.77-98. Socialforskningsinstituttet.

Naturvidenskabernes Hus (u.å). *Om Naturfagsmaraton*. Lokaliseret d.11.8.2021 på <https://www.nvhus.dk/undervisning/naturfagsmaraton/om-naturfagsmaraton> .

Sillasen M., & Valero, P. (2011). *Natur/teknik og den naturfaglige kultur i folkeskolen*. Evalueringsrapport.

Sølberg, J. (2006). Den lokale naturfaglige kultur – et fokus for udvikling. I MONA 2006-1, s. 7-22.

Sølberg, J. & Waaddegaard, N. H. (2022). Lærernes udfordringer med kompetenceorienteret naturfagsundervisning. I: Hanghøj, T., Misfeldt, M., Bundsgaard, J., Simon Skov Fougts & Hetmar, V. (Red.) Håndbog i scenariedidaktik (s. 247-258). Aarhus Universitetsforlag. (In press).

Unge Forskere (u.å.). *Den naturvidenskabelig arbejds metode*. Lokaliseret d.6.9.2021 på https://ungeforskere.dk/sites/default/files/naturvidenskabelige_metode_kemi.pdf.

Waaddegaard, N. H. & Sølberg, J. (2022). A cultural perspective on integrated STEM education in Danish middle schools. (In review).

Derudover:

Lærervejledningen sendt som PDF fra Naturvidenskabernes Hus.