



Høgskulen
på Vestlandet

MASTEROPPGAVE

Hva kjennetegner populærvitenskapelig formidling av matematikk?

What characterizes popular science communication in mathematics?

Ivan Tokheim (kand.nr 407)

MGUMA550 Matematikk 3, emne 4

Fakultet for lærarutdanning, kultur og idrett

Institutt for språk, litteratur, matematikk og tolking

Veileder: Mona Røsseland

Innleveringsdato: 16. mai 2022

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle

kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

Sammendrag

Nylige undersøkelser kan tyde på at den norske skolen har behov for mer levende, engasjerende og motiverende metoder for å lære bort matematikk på barne- og ungdomstrinnet. Tradisjonell matematikkundervisning er gjerne preget av algoritmisk tenkning, reproduksjon og repetisjon. Min hypotese er at en populærvitenskapelig inspirert formidlingspraksis kan by på et alternativ til denne tankegangen. I denne studien undersøker jeg hva som kjennetegner populærvitenskapelig formidling av matematikk. Jeg drøfter kommunikasjonsroller som forekommer i en populærvitenskapelig diskurs, og identifiserer grep og virkemidler som ofte benyttes i populærvitenskapen. Datagrunnlaget har bestått av fire kvalitative forskningsintervjuer med formidlere av populærvitenskap, og påfølgende analyse. Funnene viser at kommunikasjonsrollene i populærvitenskapelig diskurs kan kondenseres ned til fem distinkte kategorier: avsender, mottaker, observatør, overhører og avlytter. Jeg har også skilt ut seks kategorier av grep og virkemidler som forekommer gjentatte ganger i populærvitenskapelig formidling: visualiseringer, entusiasme, dramatisering, bruk av virkelighetsnære eksempler, deltakelse blant publikum, og relevant og bevisst bruk av riktig medium. Målet med studien er at leseren skal kunne bruke funnene til å studere egen formidling og potensielt styrke sin undervisningspraksis.

Nøkkelord: Populærvitenskap; populærmatematikk; formidling; matematikkundervisning.

Abstract

Recent surveys may indicate that the Norwegian school system needs more lifelike, engaging, and motivational ways of teaching mathematics on the elementary and secondary level. Traditional mathematics instruction is generally characterized by algorithmic thinking, replication, and repetition. My hypothesis is that a popular science-inspired presentational format can offer an alternative to this traditional way of thinking. In this study I explore what characterizes popular science communication in mathematics. I discuss which communicational roles that appear in a popular science discourse, and I identify which tools and techniques that are commonly used in popular science. The data is based on four qualitative research interviews with popular science communicators, and subsequent analysis. My findings show that communicational roles in a popular science discourse, can be broken down into five distinct categories: speaker, addressee, auditor, overhearer and eavesdropper. I have also identified six tools and techniques that appear frequently in popular science communication: visualizations, enthusiasm, dramatization, real life examples, audience inclusion, and sensible usage of suitable media. The purpose of this paper is to present a framework for the reader, to examine her own style of communication and build support for one's own instructional design.

Keywords: Popular science; popular mathematics; communication; teaching of mathematics.

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Bakgrunn	7
1.2	Problemstilling og forskningsspørsmål	9
1.3	Mål med studien	10
1.4	Avgrensninger i oppgaven	11
1.5	Struktur	11
2	Teori	13
2.1	Definisjoner	13
2.1.1	Hva er matematikk?	13
2.1.2	Populærvitenskap	15
2.1.3	Populærmatematikk, rekreasjonell matematikk og skolematematikk	19
2.1.4	Oppsummering og diagram	20
2.2	The fictionalized reader	23
2.3	Audience Design – en kommunikasjonsmodell	24
2.3.1	Audience design i klasserommet	26
2.3.2	Audience Design i populærvitenskapelige foredrag	27
2.3.3	Audience design i populærvitenskapelig litteratur	28
2.3.4	Audience design i radio/podkast	29
2.3.5	Audience design i TV-produksjon	31
2.3.6	Oppsummering av audience design	32
2.4	Grep og virkemidler	33
2.4.1	Visualiseringer, kunst og installasjoner	33
2.4.2	Entusiastisk formidling	35
2.4.3	Dramatisering og historiefortelling	35
2.4.4	Bruk av gode eksempler fra den virkelige verden.	36
2.4.5	Deltakelse og eksperimentering	37
2.4.6	Relevant og bevisst bruk av riktig medium	38
2.5	Oppsummering av virkemidler	39
2.6	Motivasjon	40
3	Metode	42
3.1	Forskningsparadigme	42
3.2	Forskningsdesign og valg av metoder	43
3.3	Gjennomføring	44

3.3.1	Datainnsamling	44
3.3.2	Behandling av data.....	45
3.3.3	Analyseprosess.....	46
3.4	Reliabilitet og validitet	46
3.5	Forskningsetiske hensyn	48
4	Analyse.....	49
4.1	Resultat av kodingen.....	49
4.2	Hva kjennetegner populærvitenskapelig kommunikasjon fra intervjuene?	50
4.2.1	Avsender	50
4.2.2	Mottaker	51
4.2.3	Observatør	53
4.2.4	Overhører.....	54
4.2.5	Avlytter.....	55
4.3	Eksempler på grep og virkemidler fra intervjuene	55
4.3.1	Visualiseringer	56
4.3.2	Entusiasme.....	58
4.3.3	Dramatisering.....	59
4.3.4	Eksempler fra virkeligheten	60
4.3.5	Deltakelse.....	62
4.3.6	Riktig medium	64
4.4	Analyse av transkripsjoner fra TV og internett	67
4.4.1	Analyse av segment fra Siffer.....	67
4.4.2	Analyse av Roger Antonsens TED-talk	69
4.4.3	Analyse av blogginnlegg fra Statistikk	71
5	Diskusjon.....	73
5.1	Didaktiske implikasjoner	73
5.2	Implementering av populærvitenskapelige grep i en klasseromssituasjon.....	76
5.3	Utfordringer ved populærvitenskapelig formidling og undervisning	77
6	Konklusjon og forslag til videre arbeid.....	80
6.1	Konklusjon.....	80
6.2	Forslag til videre arbeid	81
	Litteraturliste	83

Oversikt over figurer og tabeller

Figur 1: Motivasjon fordelt på trinn. Hentet fra Wendelborg et al. (2020, s. 66).	8
Figur 2: Et utvalg av populærmatematiske bøker gitt ut siden 1970	9
Figur 3: Forholdet mellom populærvitenskap, populærmatematikk, skolematematikk og rekreasjonell matematikk.	21
Figur 4: Audience design. Hentet fra Bell (1984, s. 159).....	25
Figur 5: Skjermdump fra aktuelt segment (Siffer, 2011, episode 2, 3:30).....	32
Figur 6: Taket på graven til den persiske poeten Hafez.....	34
Figur 7: PGOV, populærmatematiske grep og virkemidler.....	40
Figur 8: Forekomst av koder fra audience design i intervjumaterialet.....	49
Figur 9: Forekomst av koder fra PGOV i intervjumaterialet	49
Figur 10: Skjermdump fra segmentet om Florence Nightingale (Siffer, 2011, episode 4, 12:05).	69
Figur 11: Brøken $4/3$ illustrert med prikker.	70
Tabell 1: Aktører og deres roller i audience design (Bell, 1984, s. 160) oversatt til norsk.	25
Tabell 2: Roller (hentet fra Bell, 1984) anvendt på et populærvitenskapelig foredrag.....	28
Tabell 3: Roller (hentet fra Bell, 1984) anvendt på populærvitenskapelig litteratur.	28
Tabell 4: Roller (hentet fra Bell, 1984) anvendt på radioprogrammet 'Abels tårn'.....	30
Tabell 5: Roller (hentet fra Bell, 1984) anvendt på podkasten 'Smartere på 10 minutter'.	31
Tabell 6: Roller (hentet fra Bell, 1984) anvendt på en TV-serie.....	32

Vedlegg

Vedlegg 1: Et utvalg populærmatematiske bøker på norsk og engelsk
Vedlegg 2: Populærmatematiske medier referert til i denne studien
Vedlegg 3: Intervjuguide
Vedlegg 4: Svar på spørsmål fra intervjuene
Vedlegg 5: Transkripsjon av intervju med Lars-André Tokheim
Vedlegg 6: Transkripsjon av intervju med Jo Røislien
Vedlegg 7: Transkripsjon av intervju med Roger Antonsen
Vedlegg 8: Transkripsjon av intervju med Kathrine Frey Frøslie
Vedlegg 9: Transkripsjon av foredrag med Roger Antonsen
Vedlegg 10: Utskrift av blogginnlegg av Kathrine Frey Frøslie
Vedlegg 11: Godkjenning fra norsk senter for forskningsdata (NSD)

1 Innledning

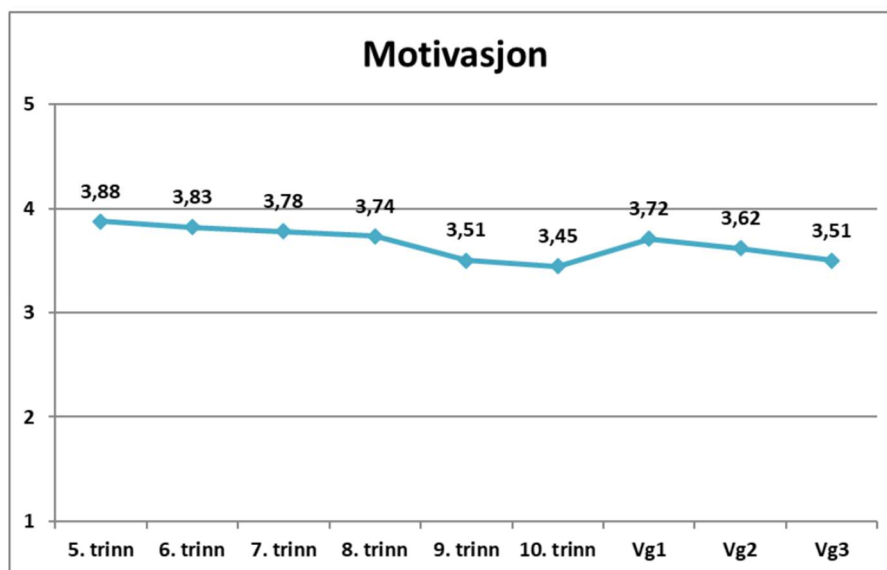
Jeg er svært interessert i matematikk. I løpet av det siste året har jeg fått bruke tid på å gå dypt inn i ulike medier som pleier denne lidenskapen, og reflektere rundt hva som gjør matematikk så spennende og interessant. Jeg har hatt et ønske om å dele denne lidenskapen med andre, hvilket har resultert i en studie om populærvitenskapelig formidling av matematikk.

I dette kapittelet vil jeg fortelle om bakgrunnen for temaet jeg har valgt. Jeg vil beskrive og begrunne forskningsspørsmålet og hvilke mål som ligger til grunn for undersøkelsen. Deretter følger en kortfattet oversikt over strukturen i masteroppgaven, samt noen avgrensninger jeg har måttet foreta.

1.1 Bakgrunn

Det er viktig at elever liker å jobbe med fagstoffet de blir presentert på skolen. Overordnet del av læreplanverket LK20 inkluderer et kapittel om skaperglede, engasjement og utforskertrang. Det står blant annet at «Skolen skal la elevene utfolde skaperglede, engasjement og utforskertrang, og la dem få erfaring med å se muligheter og omsette ideer til handling» (Utdanningsdirektoratet, 2017c, s. 6). Overordnet del er fagoverskridende – elevene skal få oppleve at de er med på å skape og utforske i alle fag, inkludert matematikk. Motivasjon er også viktig – overordnet del knytter motivasjonsbegrepet opp mot både varierte læringsarenaer; praktiske og livsnære erfaringer; mestring; forutsigbare rammer og refleksjon rundt egen læring (Udir, 2017c, s. 11, 15-16). Ikke minst blir læreren trukket frem som avgjørende for å skape et læringsmiljø med motiverte elever som får anledning til å utvikle seg (Udir, 2017c, s. 18).

Det er positivt at det nye læreplanverket retter søkelys mot motivasjon og lærelyst, men hvordan er situasjonen i den norske skolen? Elevundersøkelsen 2019 (Wendelborg et al., 2020) viser at motivasjonen hos elevene synker gradvis på mellomtrinnet helt opp til 10. trinn (figur 1). Undersøkelsen kommer med eksempler på hvordan man kan motvirke denne negative utviklingen. Blant annet er det viktig å «forstå livssituasjonen til elevene også utenfor skolen og å legge opp skolehverdagen slik at den møter hverdagen til elevene, for eksempel med å finne motivasjon gjennom det som motiverer elevene også utenfor skolen» (Wendelborg et al., 2020, s. 55). Det finnes også undersøkelser som konkluderer med at elevene etterlyser mer kreative og varierte undervisningsformer. Ulvik (2021) tar for eksempel til orde for redusert testpress, større vekt på kreative prosesser og at «skolen må bli mer interessant».

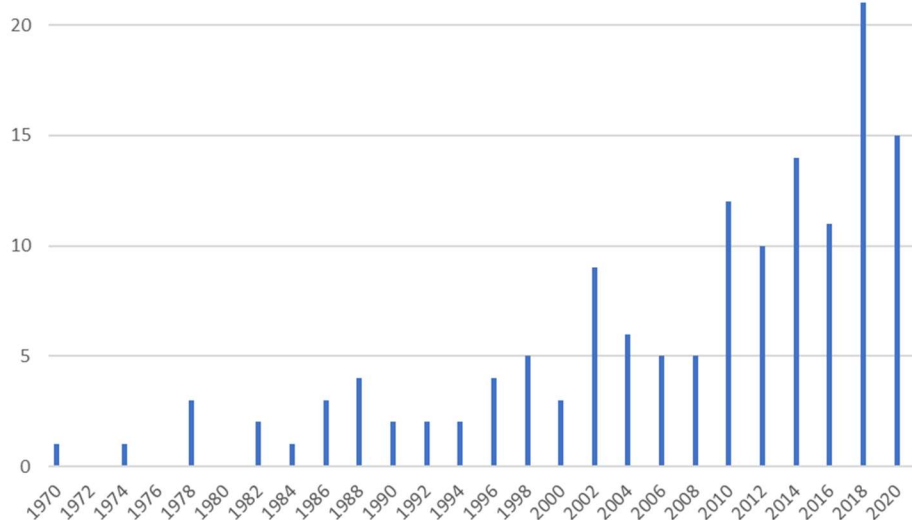


Figur 1: Motivasjon fordelt på trinn. Hentet fra Wendelborg et al. (2020, s. 66).

Så hvordan kan lærere støtte elevenes skaperglede, engasjement, utforskertrang og motivasjon i et 'hardt' fag som matematikk? Matematikk består av mange regler, algoritmer og aksiomer som kan læres bort gjennom passiv reproduksjon og repetisjon. Et alternativ til denne måten å lære bort matematikk på kan være en aktiv innfallsvinkel, basert på levende engasjement, genuin nysgjerrighet og muntlig samhandling mellom lærer og elev. Jeg tror populærvitenskapen og dens metoder for formidling kan være til hjelp for å styrke hvordan vi underviser i matematikk.

De siste årene har forskningsformidling og populærvitenskap blitt et utbredt fenomen, også innen matematikk. I figur 2 ser vi et utvalg på over 150 populærmatematiske bøker på engelsk og norsk gitt ut siden 1970. Figuren er basert på populærvitenskapelige bøker om matematikk jeg har funnet på Goodreads.com (2022), noen av de største norske internettbokhandelene (Adlibris, 2022; ARK, 2022; Norli, 2022) samt biblioteket på Høgskulen på Vestlandet¹. I tillegg til bøker finnes det både apper, avisspalter, blogger, dataspill, dokumentarer, filmer, museer, podkaster, og TV-programmer med innhold konsentrert rundt populærvitenskap og matematikk. En oversikt over diverse populærvitenskapelige og rekreasjonelle medier omtalt i denne studien, finnes i vedlegg 2.

¹ Oversikt over disse bøkene finnes i vedlegg 1: *Populærmatematiske medier referert til i denne studien.*



Figur 2: Et utvalg av populærmatematiske bøker gitt ut siden 1970

En del av disse kildene er også på norsk. Vi har for eksempel NRK-serien *Siffer* (Holm-Glad et al., 2011), som hadde over en halv million seere (Athenas, 2022), Radioprogrammet *Abels Tårn* (Jemterud et al., 2011-nåtid), Yngve Vogts (2020) populærmatematiske bok om sannsynlighet, *Tilfeldig?; Neppel!*, og Sunniva Roses (2011-nåtid) rosablogg om fysikk, for å nevne noen. Disse mediene formidler matematikk til massene på en spennende, lystbetont, og etter min mening, motiverende måte, som det kan være verdt å undersøke nærmere. Det nye læreplanverket LK20 (Udir, 2017b) introduserer også en rekke kjerneelementer, og flere av dem kan knyttes opp mot en populærvitenskapelig formidlingspraksis.

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Kort fortalt handler populærvitenskap om å formidle et vitenskapelig budskap på en måte som ikke-eksperter kan forstå og sette pris på. Jeg tror populærmatematikken utgjør et stort underutnyttet potensial som matematikklærere kan ta med seg i undervisningen for å gjøre den mer levende, engasjerende og motiverende. Min hypotese er at skolen kan hente mye lærdom i denne måten å undervise på. Det finnes imidlertid lite forskning på vitenskapsformidling i Norge og hvordan det kan knyttes til matematikkundervisningen på mellom- og ungdomstrinnet. Jeg ønsker derfor å gjøre et dypdykk i norsk populærvitenskapsformidling innen matematikk, undersøke virkemidlene og metodene som tas i bruk og prøve å forstå noe av undervisningsfilosofien bak denne måten å lære bort matematikk på.

Problemstillingen som legger grunnlaget for dette prosjektet, kan formuleres slik: *Hva kjennetegner populærvitenskapelig formidling av matematikk?* Hovedmålet med undersøkelsen er å samle inn relevante data, strukturere opplysningene, og drøfte problemstillingen på en vitenskapelig og

samtidig lettfattelig måte, i tråd med idealene jeg henter fra populærvitenskapelig teori og praksis. For å kunne behandle problemstillingen på en ryddig måte har jeg delt problemstillingen i to delspørsmål, ett om kommunikasjon og kommunikasjonsmønstre, og ett om øvrige grep og virkemidler i det jeg har valgt å kalle *populærmatematikk*:

1. Hvordan kan man strukturere populærvitenskapelig kommunikasjon, og hvilke samtaleroller må man forholde seg til i populærvitenskapelig formidling?
2. Hvilke grep og virkemidler kan kjennes igjen hos formidlere av populærmatematikk?

Disse spørsmålene er hva jeg bygger metoden min på i denne studien, som er basert på en analyse av fire kvalitative forskningsintervjuer og noen eksempler fra populærvitenskapelige medier. Fremgangsmåten vil bli nærmere beskrevet i metodekapittelet. I diskusjonsdelen vil jeg drøfte hvordan man kan bruke populærvitenskapelig formidling til å støtte den matematiske kommunikasjonen i klasserommet, ved å sette populærvitenskapelig formidling inn i en matematikdidaktisk kontekst.

1.3 Mål med studien

For å realisere dette hovedmålet har jeg satt meg noen delmål. For det første ønsket jeg å intervjuer noen norske populærvitenskapsformidlere. Disse har erfaring fra forskjellige medier og kommunikasjonsformer, deriblant bøker, blogger, foredrag, TV-serier og YouTube-videoer. Målet er å samle inn forskjellige perspektiver på vitenskapsformidling, lære litt om deres metoder og sammenligne disse med metoder benyttet av andre populærvitenskapelige aktører. Jeg vil også forsøke å trekke noen linjer til LK20 og undersøke om læreplanverket legger begrensninger for mulighetene til å legge opp undervisningen slik informantene mine gjør når de konstruerer et populærvitenskapelig opplegg.

For det andre skal jeg forsøke å analysere noen eksempler på populærvitenskapelig språk og kommunikasjon. Derfor har jeg samlet inn litteratur som tar sikte på å studere populærvitenskapelig tekst og metode. Jeg tar utgangspunkt i en teori om såkalt *audience design* (Bell, 1984). Jeg trekker også inn teori rundt populærvitenskapelig diskursanalyse (Labov, 1972; Pilkington, 2018b), formidling (Galende et al., 2019; Gudiksen, 2005; McClure et. al, 2020; Ridderstrøm et al., 2015), og metaforisk språk (Lakoff & Johnson, 2003; Webb et al., 2008). Nevnte litteratur legger grunnlaget for analysen av datamaterialet i denne oppgaven. Denne litteraturen egner seg også til å dekomponere noe av det som blir sagt om offentlig forskningsformidling i Norge i dag, det som kan sies å utgjøre den populærvitenskapelige diskursen som foregår i samfunnet – på TV, på internett, og i aviser gjennom artikler, kronikker, leserinnlegg og offentlige uttalelser.

Det tredje og overordnede målet med studien har vært å konstruere et rammeverk for hva som kjennetegner populærvitenskapelig formidling. Hensikten er at dette rammeverket skal kunne anvendes av lesere som ønsker å inkorporere populærvitenskapelige grep og virkemidler i sin egen formidling og/eller undervisning, fortrinnsvis på mellom- og ungdomstrinnet, men gjerne også på småtrinnet eller i videregående skole.

Gjennom denne studien håper jeg å kunne utforske populærvitenskapen nærmere, et tema som ikke har fått særlig mye oppmerksomhet i forbindelse med norsk matematikkundervisning. Jeg kjenner ikke til noen lignende studie som har stilt de samme spørsmålene tidligere. Jeg håper derfor at denne studien kan fremme noen nye perspektiver på det matematikdidaktiske feltet.

1.4 Avgrensninger i oppgaven

Jeg har måttet foreta noen avgrensninger og overveielser i arbeidet med oppgaven. I innsamling av litteratur har jeg for eksempel ikke begrenset meg til kilder som handler om matematikk, men også benyttet meg av kilder innenfor realfag generelt, som biologi, kjemi og fysikk. Rammeverket består også av kilder som innbefatter generell populærvitenskap. Dette skyldes blant annet at det av og til kan være vanskelig å skille mellom matematikk og ren naturvitenskap, for eksempel når det gjelder fysikk. Noen skriver også svært relevant stoff om forskningsformidling innen litteratur eller humaniora, noe av dette har jeg også valgt å ta med i oppgaven.

Skillet mellom populærvitenskap, populærmatematikk, rekreasjonell matematikk og konvensjonell skolematematikk vil også bli diskutert i oppgaven. Noe av det jeg ønsker å få svar på er om, og eventuelt hvorfor, populærmatematikk kan eller bør få større plass i skolen. Finnes det rom for dette i den nye læreplanen? Finnes det tid og ressurser til det? Dette er spørsmål som jeg kanskje kunne fått svar på hvis jeg hadde intervjuet matematikklærere i stedet for kjente matematikkformidlere, men en slik kartlegging har jeg måttet prioritere ned for å kunne fokusere på intervju med formidlere av populærmatematikk.

Jeg har ønsket å legge mest vekt på norsk matematikkformidling og -undervisning. Da kan jeg best sammenligne med norsk litteratur på feltet, det blir enklere å finne informanter og resultatene lar seg bedre analysere i lys av den norske læreplanen og andre norske styringsdokumenter.

1.5 Struktur

Studien begynner med en gjennomgående begrepsavklaring. Først vil jeg drøfte hva matematikk egentlig er og hvilken rolle matematikkundervisningen spiller i den norske skolen i dag, med noen ulike perspektiver på dette spørsmålet. Jeg vil også avklare hva jeg mener med populærvitenskap,

populærmatematikk, rekreasjonell matematikk og konvensjonell skolematematikk. Jeg oppsummerer dette med et diagram som viser forholdene (figur 3, s. 21).

Jeg vil så legge frem teori for å støtte min populærvitenskapelige analyse. Det viktigste rammeverket er Allan Bells (1984) teori om audience design, som vil bli nærmere forklart i kapittel 2.3. Jeg har kombinert dette med Olga Pilkingtons (2018a) teori om *the fictionalized reader*. Audience design er brukt for å strukturere samtalerollene som foreligger i populærvitenskapelig kommunikasjon, som skal være med på å anlegge et svar på mitt første forskningsspørsmål.

Med utgangspunkt i tidligere forskning og profesjonelle perspektiver på populærvitenskap som fremkommer i intervjuene, har jeg utarbeidet seks kategorier av grep og virkemidler som kan kjennetegne populærvitenskapelig formidling innen matematikk. Disse kategoriene danner til sammen et rammeverk jeg har valgt å kalle PGOV, *populærmatematiske grep og virkemidler*. Dette rammeverket kan anses som svar på mitt andre forskningsspørsmål.

Jeg vil også legge frem eksempler på hva tidligere forskning sier om motivasjon, og hvordan motivasjon kan henge sammen med inspirasjon og læring i en populærvitenskapelig kontekst.

Metodedelen starter jeg med å gjøre rede for hvilket pedagogisk forskningsparadigme studien faller inn under. Så vil jeg fortelle om planlegging, gjennomføring, oppbevaring og behandling av resultatene fra datainnsamlingen. Jeg følger opp med en diskusjon rundt reliabilitet og validitet, forskningsetiske hensyn og potensielle utfordringer med metodebruken.

I analysen trekker jeg ut interessante utsagn fra intervjuene. Jeg tolker informantenes utsagn og knytter dem opp mot samtalerollene hentet fra audience design (1984) samt kategoriene identifisert i PGOV.

Deretter følger en diskusjon hvor jeg sammenligner og drøfter resultatene. Jeg vil særlig fokusere på potensielle muligheter og begrensninger ved en populærvitenskapelig tilnærming til formidling, med tilhørende eksempler fra intervjuene, populærvitenskapelige tekstutdrag og LK20. Diskusjonen vil inkludere eksempler og anbefalinger som jeg mener kan ha et potensiale til å styrke matematikkfaglig formidling i klasserommet. I konklusjonen vil jeg forsøke å besvare forskningsspørsmålene jeg formulerte innledningsvis og komme med noen aktuelle spørsmål for videre studier på populærvitenskapelig formidling i grunnskolen.

2 Teori

2.1 Definisjoner

I studien vil jeg bruke en del begreper som ikke nødvendigvis vil tolkes likt av alle lesere. I denne seksjonen vil jeg derfor gi definisjoner på de mest sentrale begrepene jeg har benyttet meg av.

2.1.1 Hva er matematikk?

Hva er egentlig matematikk? Dette er et viktig epistemologisk spørsmål som matematikklærere bør stille seg selv med jevne mellomrom, selv om det ikke nødvendigvis finnes noe enkelt svar. Pytagoreerne på 500-tallet fvt. hadde en nærmest religiøs tiltro til matematikkens system og ufeilbarlige orden (Store norske leksikon, 2015). Under den tidlige europeiske middelalderen ble matematikk ansett som en kunstform kalt *quadrivium*, bestående av de fire komponentene aritmetikk, musikk, geometri og astronomi (Store norske leksikon, 2019). I dag definerer vi gjerne matematikk som vitenskapen om struktur, orden og sammenhenger (Knorr et al., 2020).

LK20 beskriver matematikkfaget på følgende måte:

Matematikk er et sentralt fag for å kunne forstå mønstre og sammenhenger i samfunnet og naturen gjennom modellering og anvendelser. Matematikk skal bidra til at elevene utvikler et presist språk for resonnering, kritisk tenkning og kommunikasjon gjennom abstraksjon og generalisering. Matematikk skal forberede elevene på et samfunn og arbeidsliv i utvikling ved å gi dem kompetanse i utforsking og problemløsning. (Udir, 2017b, s. 2)

Et presist språk blir her trukket frem som viktig for både evnen til å resonnere, kommunisere og tenke kritisk. Det er derfor interessant at selve begrepet matematikk ikke blir gjort rede for i LK20. En grunn kan være at det finnes flere måter å tolke matematikkbegrepet på – en ingeniør vil kanskje anse matematikk som et redskap for å utføre beregninger som skal anvendes i et byggeprosjekt eller kjemiekperiment, mens en samfunnsviter kan være mer opptatt av hvordan matematikk kan oppfattes som et språk, med omforent meningsinnhold og syntaks.

En måte å oppfatte matematikk på er som en samling av abstrakte idéer, som vi bruker et metaforisk språk for å være i stand til å beskrive (Lakoff & Johnson, 2003; Núñez & Lakoff, 2000). Et eksempel er tallinjen. Det finnes et uendelig antall reelle tall, men det er ikke nødvendigvis enkelt å illustrere noe som er uendelig. For å visualisere dette bruker vi derfor gjerne en rett linje som kan inneholde et hvilket som helst reelt tall, så lenge linjen tegnes lang nok.

Lockhart (2009) har en annen idé om hva matematikk innebærer – han mener matematikk er en kunstform, nærmere bestemt kan man si at matematikk innebærer «kunsten å forklare noe». I

boken *A Mathematician's Lament* beskriver han hvordan moderne, vestlig matematikkundervisning har blitt redusert til meningsløse oppgaver med ferdiggitte svar. Lockhart mener at skolematematikken tar vekk all glede elever kan finne i matematikkens verden, at den ikke oppfordrer til motivasjon og utforskertrang og at den skaper elendige forutsetninger for læring. Han sammenligner det med en musikkundervisning hvor elevene kun får lære om musikkteori, noter og akkorder, uten noen gang å få røre et instrument, produsere en tone eller høre vakker musikk. Kaplan og Kaplan (2007) har utviklet et alternativ til denne 'utdaterte', vestlige undervisningsmodellen, som de kaller *Math Circles*. Undervisningen foregår etter skoletid, elevene får utdelt problemløsningsoppgaver hvor de selv skal produsere matematiske bevis, og de får beskjed om å ikke forberede seg. Kaplan og Kaplan hevder at denne metoden bidrar til at barna jobber hardt og engasjert. Kaplan og Kaplan trekker også en parallell mellom hvor skadelig det er med både uinspirert musikkundervisning og kjedelig matematikkundervisning, hvor elevene ikke får anledning til å skape eller utforske. Roger Antonsen (2013) sier seg enig i Locharts (2009) analyse. Han definerer blant annet matematikk som kunsten å tenke og å finne gode representasjoner. Han mener matematikk handler om å gjøre antagelser og reflektere rundt konsekvensene av disse antagelsene, og at det fremfor alt handler om å bruke forestillingsevnen på en kreativ måte.

Men hvorfor er det viktig å diskutere selve begrepet matematikk? Nosrati & Wæge (2015, s. 2) trekker frem en del forskning som impliserer at vi bør bevege oss bort fra å definere matematikk som en samling algoritmer og regler som elevene skal lære utenat. En solid begrepsforståelse henger også sammen med evnen til å kunne nytte seg av forskjellige representasjoner og øke potensialet for matematisk forståelse (Webb et al., 2008).

Det er rimelig å anta at måten matematikk blir definert på vil kunne påvirke selve holdningen som både elever og lærere har til faget. Hannula (2002) har observert en korrelasjon mellom holdninger og forventninger til matematikkfaget, og prestasjoner i matematikk. Galende et al. (2019) viser til eksempler på negative holdninger elever kan ha til matematikk, og understreker hvor viktig det er å kommunisere matematikk på en måte som bygger selvtillit, og skaper begeistring og entusiasme for faget. Fauskanger (2016) har dessuten samlet forskning som viser at lærerens oppfatning av matematikkfaget også er en viktig faktor for lærerens evne til formidling av matematikk og for utvikling av ny matematikdidaktisk kunnskap.

En bør også spørre seg hva matematikk *ikke* er; er fysikk, statistikk, logikk eller spillteori eksempler på matematikk? Jeg har valgt å identifisere disse fagområdene som deler av matematikken, da de er basert på målbare størrelser – tall eller geometriske legemer, og deres egenskaper. Reglene som gjelder for disse fagområdene er også naturgitte, ikke menneskelig konstruerte. Derfor har jeg ikke

inkludert spørsmål om for eksempel økonomi, programmering, politikk, musikk eller medisin. En kan kanskje argumentere for at kjemi egentlig er anvendt fysikk, biologi er anvendt kjemi, medisin er anvendt biologi osv. og i ytterste konsekvens er egentlig *alt* matematikk. I denne oppgaven har jeg valgt å trekke en definisjonsgrense ved fysikken, kjemi er derfor ikke inkludert i denne oppfatningen av matematikk eller populærmatematikk, mens fysikk er.

Jeg vil ikke trekke frem én definisjon som overlegen i forhold til en annen. Alle har forskjellige aspekter som kan bidra til å styrke matematisk tenkning på forskjellige nivåer. Definisjonen av matematikk vil som sagt kunne avhenge av kontekst. Samtalen om hva matematikk dreier seg om er et viktig tema som også bør drøftes med elevene. Elever vil heller ikke nødvendigvis ha samme syn på matematikk, og det vil kunne vise seg verdifullt å dele erfaringer og perspektiver som en del av den matematiske samtalen i klasserommet.

2.1.2 Populærvitenskap

I denne oppgaven vil populærvitenskap og populærmatematikk være blant de viktigste konseptene jeg drøfter. Men først bør begrepet vitenskap defineres. Oxford Advanced American Dictionary (Hornby, 2013) definerer *science* som «knowledge about the structure and behavior of the natural and physical world, based on facts that you can prove, for example by experiments». Store norske leksikon (2021) definerer vitenskap som «systematisk, metodisk og kritisk undersøkelse, studium eller forskning. For eksempel sier vi at noe er vitenskap hvis det følger visse kriterier for god forskning».

En av de tidligste beskrivelsene av det vi kan kalle vitenskapelig tenkning finner vi allerede hos Aristoteles [384-322 fvt.], som mente at en som innehar vitenskapelig ånd, filosoferer for å flykte fra uvitenheten – han følger vitenskapen kun for å vite, ikke for å fullføre noe nyttig endemål (Hu et al., 2019). Aristoteles brukte riktignok ikke vitenskapsbegrepet i sin nåværende form. Den tidligste bruken av ordet «science» er vanskelig å oppspore, men ordet «scientist» ble for første gang brukt i 1834 (Brooks, 2006; Pilkington, 2018b). En norsk definisjon på vitenskapelig tenkning finner vi hos Frøyland et al. (2018): «Undrende og utforskende tenkning som innebærer å lage hypoteser, eksperimentere, observere, diskutere, vurdere og argumentere». Eksempelene jeg bruker i denne oppgaven dreier seg stort sett om den grenen av vitenskapen som handler om å studere naturen og det som befinner seg i den, det vil si naturvitenskapen (Store norske leksikon, 2021). Men jeg vil også hente eksempler fra andre disipliner, som populær humaniora og kultur- og litteraturvitenskap.

Populærvitenskap, eller popularisering av vitenskap, innebærer tilgjengeliggjøring og formidling av vitenskapelig innhold og tenkning for vanlige mennesker som ikke nødvendigvis har høyere utdanning eller tilstrekkelige forutsetninger for å forstå vitenskapelig språk og metode.

Populærvitenskapens røtter strekker seg langt tilbake. Et av de tidligste eksemplene på noe man kan kalle populærvitenskap er muligens *A treatise on the Astrolabe*, et verk av den engelske middelalderpoeten Geoffrey Chaucer, fra 1391. Verket var opprinnelig skrevet på latin, datidens vitenskapelige språk. Chaucer oversatte boken til engelsk slik at hans ti år gamle sønn også kunne lese og forstå innholdet (Pilkington, 2018b).

På andre halvdel av 1700-tallet herjet imperialismen, og aristokrater fra europeiske stormakter hentet med seg kulturskatter hjem fra fjerntliggende land over hele verden. I mange tilfeller ble disse skattene donert til myndighetene eller ulike organisasjoner, som stilte dem ut for folket. Dette utviklet seg til de første museene. Folk strømmet til disse skattesamlingene, slik at de kunne lære hvordan naturen, historien og kulturen manifesterte seg i fremmede land de ellers kun hadde hørt rykter om. På 1800-tallet oppsto det også museer som demonstrerte ingeniørkunst, maskinerier og industrielle prosesser. I dag har dette fenomenet utviklet seg globalt til såkalte vitensentre – interaktive, naturvitenskapelige fasiliteter, som det finnes 13 stykker av bare i Norge (Hu et al., 2019; Vitensenter.no, u.å.).

Utover 1800-tallet var det mange ulærde som drev med selvstendig forskning på fritiden. En del av dem var adelsmenn som hadde råd til utstyr som tillot dem å studere naturvitenskapelige fenomener som astronomi, fysikk og botanikk hjemme i stuen (Brooks, 2006). Den vitenskapelige eliten, ledet an av den innflytelsesrike britiske biologen Thomas H. Huxley, mislikte at lekfolk skulle være med på å frembringe den vitenskapelige utviklingen. Huxley og hans allierte ønsket å komplisere og spesialisere det vitenskapelige språket og sjargongen. Dette skulle sikre at amatører ikke fikk tilgang på ny forskning eller publisert sine egne resultater. Populærvitenskapen ble en reaksjon på Huxleys vitenskapselitisme (Pilkington, 2018b).

På starten av 1900-tallet eksploderte salget av kommersielle bøker, et medium som fungerte godt som formidlingskanal for vitenskap. Huxleys tungt akademiserte språk egnet seg imidlertid dårlig som kommersielt massemedium. Forlagene hadde størst økonomisk makt, og den vitenskapelige eliten mistet derfor det hegemoniet de hadde ønsket å etablere. Dette ledet til et større skille mellom profesjonell og populær vitenskap. Forskere brukte heller *scenen* til å formidle vitenskap til folket. Noen tok i bruk spektakulære vitenskapelige effekter for å tiltrekke seg oppmerksomhet, som for eksempel John Henry Pepper, som lagde et bevegelig spøkelsesbilde av seg selv ved hjelp av speil og optiske effekter (Pilkington, 2018b). Det profesjonsvitenskapelige språket var fremdeles preget av et stivt og akademisk språk nesten strippet for menneskelig subjektivitet. Populærvitenskapelig litteratur var derimot preget av dialogisk skriving, som et slags manus (Brooks, 2006; Pilkington, 2018b). Jane Marcets (2008) *Conversations on Chemistry* og Lakatos' (1963) *Proofs and Refutations*

er eksempler på dette. Den dialogbaserte sjangeren var mer tilgjengelig for lekfolk og egnet seg for et større publikum. En del populærvitenskap beskrev også små naturvitenskapelige eksperimenter man selv kunne utføre hjemme på kjøkkenet (Pilkington, 2018b). Eksemplene på dette har vært mange og varierte, også i Norge, som Helmut Ormestad og Otto Øgrims NRK-program, *Fysikk på roterommet* (1963-1990), eller eksperimentbøker forfattet blant annet av Øgrim (2009) og Andreas Wahl (2010; 2012).

Gjennom mesteparten av 1900-tallet ble populærvitenskapen ansett som en slags oversettelse av den etablerte vitenskapen, men dette synet ble utfordret på 1990-tallet, spesielt innen populærvitenskapelig litteratur. Leseren fikk større plass i selve narrativet, gjennom bruk av annenpersons henvendelser og oppfordring til handling. Dialogen skiftet fra å dreie seg om to eksterne parter til å foregå direkte mellom forfatter og leser. Forfatteren kunne imidlertid ikke vite nøyaktig hvordan en leser ville reagere på stoffet hun presenterte. Pilkington (2018a; 2018b) hevder at forfattere har løst dette gjennom å *foreslå* hvordan leseren kan eller bør reagere på det han leser – forfatteren konstruerer en såkalt *fictionalized reader* – en generalisert leserkarakter som hun henvender seg til direkte. Leseren identifiserer seg med denne karakteren og inkluderes dermed i den vitenskapelige samtalen (Pilkington, 2018a; 2018b). Jeg skal senere presentere noen eksempler på the fictionalized reader og hvilken rolle den spiller i populærmatematisk formidling.

I dag søker populærvitenskapen å legge frem og forklare vitenskapelig informasjon som er aktuell og interessant for samfunnet. Dette kan innebære ny informasjon som fremdeles krever mer forskning. I denne diskursen dukker det opp både vitenskapelige, teknologiske og politiske, så vel som sosiale spørsmål, hvilket skiller populærvitenskap fra alminnelig vitenskap (Pilkington, 2018b, s. 14).

Dagens populærvitenskap har blitt anklaget for å være noe sensasjonalistisk (Brooks, 2006, s. 19; Pilkington, 2018b, s. 17). Slik sensasjonalisme kan undergrave forskningens integritet ved at resultater som ikke har overskriftspotensiale blir ignorert. For eksempel blir viktig kreftforskning, hvor det ikke nødvendigvis er funnet nye kurer, viet lite oppmerksomhet (Haug, 2014).

Beslektet med populærvitenskap er *forskningsformidling*. Ottosen (1987, s. 5) definerer begrepet som «en samlebetegnelse på all virksomhet som tar sikte på å nå fram til relevante brukergrupper med forskningsresultater, enten det dreier seg om forvaltning og styresmakter, andre vitenskapelige miljøer eller allmennheten». Universitetet i Oslo (2000) vedtok følgende definisjon i 2000: «Med forskningsformidling menes at forskere formidler vitenskapelige resultater, arbeidsmåter og holdninger ut av et spesialisert forskningsfelt til personer utenfor feltet samt deltar i samfunnsdebatten med forskningsbasert argumentasjon». Ifølge universitetene og høgskolenes formålsparagraf (Universitet- og høgskoleloven, 2005, § 1-1) skal høgskoler «formidle kunnskap om

virksomheten og utbre forståelse for prinsippet om faglig frihet og anvendelse av vitenskapelige og kunstneriske metoder og resultater, både i undervisningen av studenter, i egen virksomhet for øvrig og i offentlig forvaltning, kulturliv og næringsliv». Formidling er altså en sentral del av de høyere utdanningsinstitusjonenes samfunnsoppdrag.

Det har blitt hevdet at Norge har hatt forholdsvis lite fokus på forskningsjournalistikk (Duarte & Eide, 2018; Eide & Ottosen, 1994; Skrede, 2014). Hu et al. (2019) trekker frem forskermiljøet i Frankrike som et foregangseksempel med høy deltagelse i offentlig formidling og popularisering av vitenskap. Duarte og Eide (2018) poengterer at mens Norge har et høyt antall anerkjente klimaforskere, så er det mangel på kompetente journalister som kan videreformidle denne vitenskapen til folket. Nina Kristiansen, redaktør i forskning.no, mener på sin side at forskningsjournalistikken har fått mer oppmerksomhet de siste årene og at den er i ferd med å bli en naturlig del av journalistikken i Norge (Gjerstad, 2015). Carlsen et al. (2014) skriver at «forskere ved norske læresteder er aktive forskningsformidlere i media» og konkluderer med at norske forskere stort sett er fornøyd med vitenskapsdekningen i Norge.

Forskjellen mellom forskningsformidling og populærvitenskap har i stor grad å gjøre med måten stoffet blir presentert på. Forskningsformidling skjer gjerne gjennom intervjuer på TV, i aviser eller i magasiner. Den foregår ofte impromptu, med lite planlegging og sjelden noen form for PR-strategi. Populærvitenskap innebærer ofte større prosjekter, med mange involverte, budsjett, markedsføring og fremdriftsplan. Populær forskningsjournalistikk har ifølge Pilkington (2018b) kortere tekst, mer visuelt innhold, mer følelseladde overskrifter og en mer personlig, dialogisk skrivestil i forhold til alminnelig vitenskapsjournalistikk.

Pilkington (2018a, s. 353) hevder at det for tiden er en økt etterspørsel etter nye måter å kommunisere vitenskap på. Hun trekker frem hvordan populærvitenskapen har blitt mer interaktiv, med fremveksten av kommentarfelt på blogger og videovertstjenester. Særlig er det en økning i bruk av andre person og direkte appell til leseren, i populærvitenskapelig litteratur. Tall fra *Norsk faglitterær forfatter- og oversetterforening* viser at det i 2011 var kun 0,9 prosent av søknadene til arbeidsstipend som falt innenfor fagområdet matematikk og naturfag i 2021 var tallet nede på 0,7 prosent (Lan, L. P., personlig kommunikasjon, 28. januar 2022).

Pilkington (2018b, s. 2) mener at i dag blir ideen om vitenskap og populærvitenskap som to forskjellige ting, kraftig utfordret. Det vitenskapelige samfunnet er også i målgruppen for populærvitenskap, ikke bare vanlige folk uten høyere utdanning. Tønnesson (2018) tar derimot til orde for å opprettholde et skille mellom forskningsformidling rettet mot eksperter og ikke-eksperter, spesielt innen matematikk:

[...] i nesten all ekspertkommunikasjon, og det gjelder langt fra bare i vitenskap, vil ekspertene ha utviklet et effektivt språk og standardiserte sjangere som skal sikre at man ikke trenger å begynne på scratch hver gang. Mange begreper og tidligere publikasjoner forutsettes kjent. Ekspertspråk trengs. Derfor bør vi i diskusjonen om forskningsformidling fortsette å skille ganske skarpt mellom den vitenskapelige, fagfellevurderte artikkelen og den teksten, det være seg skriftlig, muntlig eller visuell, som retter seg mot ikke-eksperter. (Tønnesson, 2018, s. 74)

Både populærvitenskap og forskningsformidling er stadig høyst aktuelle temaer i dagens norske samfunn. For eksempel har Universitetet i Stavanger (2021) nylig startet et prosjekt hvor de forsker på vitenskapsformidling i krisetider, kalt CovCom (Covid Communication). Populærvitenskapelige TV-programmer går sin seiersgang på NRK, og tilgangen på populærvitenskapelig litteratur innen matematikk har økt jevnlig siden 1970 (se for eksempel figur 2).

2.1.3 Populærmatematikk, rekreasjonell matematikk og skolematematikk

Populærmatematikk er det jeg har valgt å definere som den delen av populærvitenskapen som dreier seg om matematikk. I denne sammenhengen har jeg definert matematikk til å inkludere blant annet tallteori, geometri, statistikk, fysikk og logikk. I de kommende kapitlene har jeg avgrenset eksemplene til å dreie seg om populærmatematikk. Populærmatematikk kan kanskje oppfattes som et smalt felt, men det finnes atskillige eksempler på matematisk populærvitenskap, i form av både bøker, TV-serier, blogger og mer, både på norsk, engelsk og mange andre språk.

Jeg tar til orde for å etablere et skille mellom *skolematematikk* og det jeg vil kalle *rekreasjonell matematikk*. Rekreasjonell matematikk betyr fritidsmatematikk, og innebærer matematikk «gjort for moro skyld». Det kan eksempelvis være spill, gåter, puslerier, triks, håndarbeid, apper, videoer dataspill eller dataprogram. Martin Gardner, som har skrevet over 70 bøker innen rekreasjonell matematikk og populærvitenskap, har en stor del av æren for skapelsen og spredningen av forskjellige matematiske spill og puslerier til en hel verden av entusiastiske fritidsmatematikere (Cipra, 2004; Gathering for Gardner, 2014; Stewart, 2010).

Et avgjørende skille mellom rekreasjonell matematikk og populærmatematikk er, etter min mening, fraværet av et formidlingsaspekt. Populærmatematikk er mellommenneskelig, det forutsetter en form for kommunikasjon, gjerne rettet mot mange mennesker. Populærmatematikk har også et mål om å lære bort noe. Rekreasjonell matematikk er mer individuell og intim. Den blir ofte utført i hjemmet eller på t-banen, og ofte tenker man ikke engang over at den innebærer matematikk. *Sudoku* kan anses som et eksempel på rekreasjonell matematikk (Lin, 2004).

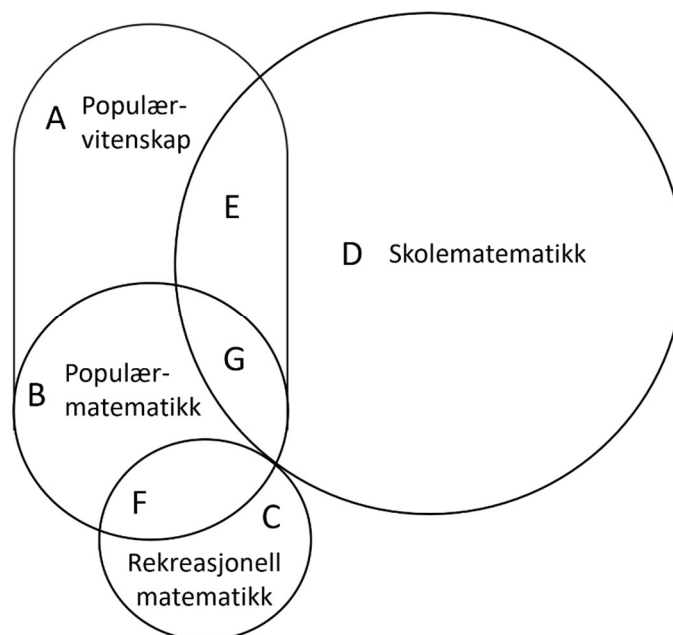
Skolematematikk er den matematikken som foregår på skolebenken. Den er iverksatt av lærere og definert av og begrunnet med det som står i læreplanen. Skolematematikken endrer seg også i takt med endringer i læreplanen og andre styringsdokumenter. Å jobbe med skolematematikk utenfor skoletiden kalles gjerne lekser. Matematikk i academia og i næringslivet kan også anses som en del av skolematematikken, men i denne studien har fokuset vært på matematikdidaktikk på mellom- og ungdomstrinnet.

For orden og enkelhets skyld anser jeg rekreasjonell matematikk og skolematematikk som gjensidig utelukkende begreper. De vil derfor ikke opptre samtidig, selv om man gjerne kan argumentere for det motsatte og finne eksempler der de overlapper; som når en lærer bruker Minecraft eller Monopol som belønning etter en lang økt fylt med likningssett og algebra, eller når definisjonen av en sirkel dukker opp som quizspørsmål på den lokale puben.

Det er også verdt å nevne konseptet *gamification*, eller *spillifisering*, som innebærer å inkorporere virkemidler og mekanismer fra spill i forskjellige prosesser og områder, for eksempel inn i skolen. Ofte er målet med spillifisering å motivere, engasjere og oppmuntre publikum til å utføre oppgaver og løse problemer. Det kan for eksempel skje gjennom å legge til trofeer, poeng- eller belønningssystemer, legge til brett og nivåer eller tidsbegrensning på oppgavene som skal utføres (Stoyanova et al., 2017). Spillifisering har vært base for flere forskningsprosjekter, med noen lovende, men ikke direkte banebrytende resultater. (Jagušt et al., 2018; Lo & Hew, 2020; Stoyanova et al., 2017). Det kunne vært spennende å undersøke hvilke effekter spillifisering kunne hatt på norske klasserom, men det har det ikke vært rom for i denne oppgaven.

2.1.4 Oppsummering og diagram

I et forsøk på å strukturere de ulike begrepene har jeg laget et diagram som viser hvordan de forholder seg til hverandre.



Figur 3: Forholdet mellom populærvitenskap, populærmatematikk, skolematematikk og rekreasjonell matematikk.

I A-feltet finner vi populærvitenskap. Populærvitenskap kan inkludere matematikk, biologi, fysikk, kjemi, anatomi, psykologi, teknologi, historie etc. TV-programmer som *Folkeopplysningen* (2012-2020), *Newton* (Karlsen et al., 1995-nåtid), *Hva feiler det deg?* (Askeland, 2016-nåtid) og *Planet Earth* (Fothergill et al., 2006) faller innenfor denne kategorien. Tidsskrifter som *Illustrert Vitenskap*, *Teknisk Ukeblad* og *Aftenposten Historie* er også eksempler på populærvitenskap. I A finner vi også populærvitenskapelige bøker som *Gleden med skjedden* (Brochmann & Dahl, 2018) og Jørn Hurums paleontologibøker for barn (2011; 2012; 2015; 2016), for å nevne noen.

Jeg anser B, populærmatematikken, som en avgrenset del av A-feltet. Vi kan si at alle elementer i B, også er elementer i A, med notasjon fra mengdelære kan vi uttrykke det som $B \subseteq A$. I B finner vi for eksempel bøker, som: *Tall forteller* (Røislien & Frøslie, 2013); *Tall kan temmes* (Kristiansen, 2007); *Siffer* (Røislien & Nome, 2011) og *Vi er stjernestøv* (Rose, 2020). Vi finner også TV-programmene *Siffer* (Holm-Glad et al., 2011) og *Med livet som innsats* (Holm-Glad & Wahl, 2016). Det finnes biografiske spillefilmer om matematiske storheter som John Nash (Howard, 2001), Stephen Hawking (Marsh, 2014) og Alan Turing (Tyldum, 2014). På YouTube finner vi en rekke kanaler med populærmatematisk innhold, som *Vi Hart* (Hart, 2009-nåtid), *Mathologer* (Polster, 2015-nåtid), *Numberphile* (Haran, 2011-nåtid) *Minutephysics* (Reich, 2011-nåtid), *Stand-Up Maths* (Parker, 2009-nåtid) *3blue1brown* (Sanderson, 2015) og *Magiske Mønstre* (Antonsen, 2016). Norske Jo Røislien og Roger Antonsen har dessuten holdt en rekke populærmatematiske foredrag (Antonsen, 2015; 2022; Athenas, 2022).

Felt C inneholder rekreasjonell matematikk. Eksempler kan være håndarbeid, hjernetrim, IQ-tester, matematiske gåter og puslespill. Det er mye matematikk for eksempel i permutasjonene som er mulige i sjonglering eller Rubiks kube. Apper som *2048* (Logic Ltd., u.å.) og *Exponential Idle* (Conic Games, u.å.) krever matematisk tenkning. Dataspill som *Brain Age* (Nintendo, 2012-2019) og *Cookie Clicker* (Orteil, 2013-nåtid) er også godt plassert innenfor denne kategorien.

D er skolematematikk, slik det er beskrevet i kapittel 2.1.4. Feltet ligger inntil den rekreasjonelle matematikken i felt C, men overlapper ikke. Det er dette området forskere, forelesere og studenter, matematikklærere og elever er mest vant til å bevege seg i. Feltet inkluderer også andre fag som foregår på skolen, og som innehar elementer av naturfag, samfunnsfag, kroppsøving osv. Jeg har likevel valgt å kalle dette feltet for «skolematematikk» for å tydeliggjøre hvordan skolematematikken forholder seg til de andre feltene, hvilket er hensikten med modellen. Dessuten står *regning* oppført i læreplanverket som en av fem grunnleggende ferdigheter som skal inn i alle fag (Udir, 2017b).

E representerer overlappen mellom skolens innhold og populærvitenskap. *NRK Skole* (2022a) og *NRK Viten* (2022b) har for eksempel en del populærvitenskapelig innhold som tar utgangspunkt i læreplanen og som er tilpasset flere fag enn bare matematikk. Vitensentrene i Norge (Vitensenter.no, u.å.) har også masse lærerikt innhold og en rekke fagoverskridende undervisningsopplegg for klasser på alle trinn.

F er del av C, rekreasjonell matematikk, men har også elementer med et formidlingsaspekt som hører inn under B, populærmatematikk. Eksempler er Roger Antonsens YouTube-serie, *Magiske Mønstre* (2016), podkaster som *Abels Tårn* (Jemterud et al., 2011-nåtid) og *Smartere på 10 minutter* (Ekiz, 2020-nåtid), kortfilmen *Sushi og Kjernekraft* (Holm-Glad et al., 2015) og den statistiske strikkebloggen til Kathrine Frey Frøslie, *Statistrikk* (2016-nåtid).

G er snittet av populærmatematikk og skolematematikk og er særlig relevant med tanke på forskningsspørsmålene jeg stiller i denne oppgaven. Noen eksempler fra dette feltet kan være fargerike nettsider som *Projecteuler.net* (u.å.), *Mathpickle.com* (u.å.) og *Brilliant.org* (2012). Det finnes matematikkkonkurranser som elevene kan delta på, som *Kengurukonkurransen* og *Abelkonkurransen* (Matematikksenteret, u.å.). Matematikkbøkene til Selda Ekiz (2019a; 2019b) og Håvard Tjore (2010) anser jeg også som eksempler på dette. Jeg kunne også omformulert problemstillingen i denne oppgaven til å dreie som om felt B (populærmatematikk), og om B bør få større plass i felt D (skolematematikk)? Sagt på en annen måte – hvordan kan man arbeide for å utvide felt G (snittet mellom populærmatematikk og skolematematikk)?

Jeg kunne også føyd til et felt, H, som kunne representere forskningsformidling. Jeg mener imidlertid ikke at metoder for formell forskningsformidling nødvendigvis har det samme potensialet i klasserommet som metoder hentet fra populærvitenskapen. Denne modellen er til anvendelse i matematikkundervisning på 5.-10. trinn. Alminnelig forskningsformidling har som mål å være objektiv, presis og universell. Undervisning på mellomtrinnet er derimot ofte kreativ, litt kaotisk og skal tilpasses hver enkelt elev. Jeg har derfor ikke tatt formell forskningsformidling inn i modellen.

Hensikten med modellen illustrert i figur 3 er ikke å opprette et kunstig skille mellom forskjellige medier som alle har en felles forankring i kunnskapsformidling. Det vil til en viss grad være flytende grenser når det gjelder hvilke domener mine eksempler hører hjemme i. En populærvitenskapelig TV-serie kan for eksempel endre på mengden matematisk innhold mellom episodene. Modellen er laget for å kunne behandle begrepene på en ryddig og lettfattelig måte.

2.2 The fictionalized reader

Pilkington (2018a; 2018b) skriver om *the fictionalized reader* (TFR), som ifølge henne er et av de mest gjenkjennbare virkemidlene i populærvitenskapelig litteratur. TFR går ut på at forfatteren konstruerer en dialog med en idealisert leser. Forfatteren kjenner ikke til leseren, men henvender seg likevel direkte til mottakeren i andre person. Her er første avsnitt i Matt Parkers (2014) populærmatematiske bok, *Things to Make and Do In the 4th Dimension*:

Have a look around you and find a drinking vessel, like a pint glass or a coffee mug. Despite appearances, almost certainly the distance around the glass will be greater than its height. Something like a pint glass may look like it is definitely taller than it is round, but a standard UK pint glass is actually around 1.8 times greater in circumference than in height. A standard 'tall' takeaway cup from omnipresent high-street coffee shop Starbucks is 2.3 times further round, but yet they refuse my requests to rename it the 'squat'. (s. 0²)

Parker involverer her både leseren og seg selv. Når leseren inkluderes i dialogen, oppstår det en form for flerstemmighet. På denne måten blir stoffet opplevd som mer troverdig, relevant og virkelighetsnært for leseren (Votrina, 2012; Kylinich & Pokalyhina, 2013). TFR tillater forfatteren å forklare vanskelige konsepter og abstrakte fenomener på et relasjonelt plan. TFR fungerer som en motsats til et såkalt *canonical view*, hvilket er informasjon fremstilt som en ubestridelig sannhet, formidlet gjennom enveiskommunikasjon som ikke på noen måte inkluderer leseren (Meyers, 2003; Pilkington, 2018b). TFR går igjen i flere populærmatematiske bøker, deriblant Matt Parkers *Humble Pi* (2019), Paul Parsons *Teorier på 30 sekunder* (2016) og John D. Barrows *Uendelighetens Historie*

²Sidetallet er faktisk 0. Matt Parker har også kalt bokens første kapittel for 'The Zeroth Chapter'.

(2006). Tiltaleformen i annen person dukker opp allerede i tittelen på Yngve Vogts *Tilfeldig?; Neppel! om tilfeldighetene som styrer livet ditt* (2020) og Hans Roslings *Factfulness: ti knep som hjelper deg å forstå verden* (2018).

2.3 Audience Design – en kommunikasjonsmodell

For å videre dekomponere hva som kjennetegner kommunikasjonen som går inn i formidling av populærvitenskap kan vi se til Allan Bell (1984) sitt rammeverk, *Language Styles as audience design*. Audience design er en kommunikasjonsmodell som vanligvis blir brukt innen sosiolingvistikk. Pilkington (2018b, s. 147) argumenterer for at det også kan egne seg for bruk for å analysere diskurs innen populærvitenskap. Jeg har derfor brukt Bell sin kategorisering for å analysere det som blir sagt i intervjuene. Bells artikkel er nesten 40 år gammel, men fremdeles er audience design utbredt og har blant annet over 4000 siteringer på Google Scholar.

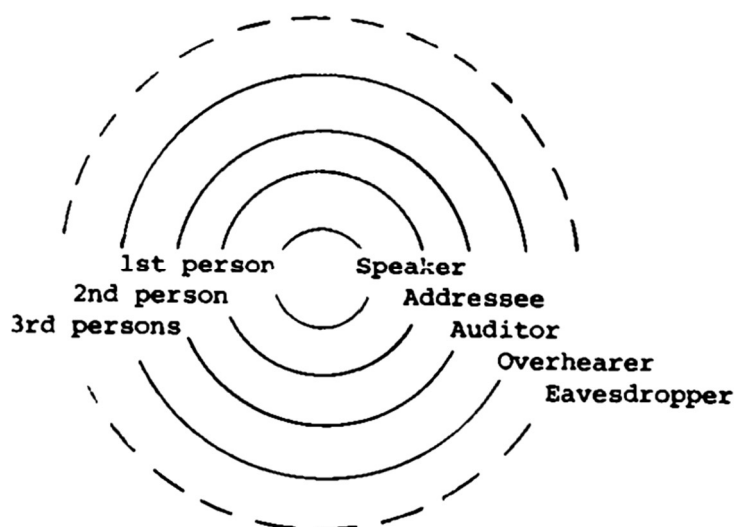
Bell bygger rammeverket sitt på observasjoner av samtaler som studerer hvor oppmerksomheten til subjektene er rettet (Labov, 1972). Funnene viser at rollen til samtalepartneren i stor grad påvirker måten man kommuniserer på. Den indre monologen og forberedelsene av hva man har tenkt å si har Bell kalt «intraspeaker»-variasjon. Det sosiale samspillet og responsen fra mottakeren kaller han «interspeaker»-variasjon.

Bell finner at «interspeaker»-variasjon er langt viktigere enn «intraspeaker»-variasjon for utviklingen av en samtale. Dynamikken mellom to parter i en kommunikasjon er mye viktigere for hvordan samtalen utvikler seg, enn den opprinnelige tanken som formidleren søker å formidle. Det er også dette som utgjør grunnlaget for audience design. Bell har sortert partene i en samtale inn i forskjellige kategorier, avhengig av hvor de er plassert i forhold til samtalsens kjerne. Det er fem kategorier:

1. Speaker personen som snakker/formidler noe
2. Addressee personen som blir snakket til
3. Auditor del av samtalen, men ikke henvendt direkte
4. Overhearer til stede i samme rom, men ikke del av samtalen
5. Eavesdropper får med seg samtalen, men gir seg ikke til kjenne

De fire første nivåene er alle med på å påvirke samtalen, men jo lengre en aktør kommer unna samtalen, dess mindre innflytelse har aktøren over hva som blir sagt. Bell (1984) oppsummerer det som vist i figur 4:

Speaker > Addressee > Auditor > Overhearer



Figur 4: Audience design. Hentet fra Bell (1984, s. 159).

Bell (1984) har også strukturert disse rollene i figur 4. Personer sine roller i en samtale/formidlingssituasjon. Eavesdropper har ingen innflytelse over hva som blir sagt. Derfor stopper modellen her og linjen er stiplet.

Jeg har oversatt begrepene med henholdsvis *avsender*, *mottaker*, *observatør*, *overhører* og *avlytter*. Vi kan også sortere dem etter hvordan de forholder seg til avsenderen. Avsender er klar over tilstedeværelsen til mottaker, observatør og overhører. Avsender anerkjenner både mottaker og eventuelle observatører. Den direkte henvendelsen foregår imidlertid kun mellom avsender og mottaker. Avlytter er verken henvendt, anerkjent eller kjent av avsender, og kan derfor ikke påvirke utfallet av hva som blir sagt. Disse forholdene til avsenderen er oppsummert i tabell 1:

Tabell 1: Aktører og deres roller i audience design (Bell, 1984, s. 160) oversatt til norsk.

	Kjent	Anerkjent	Henvendt
1 Avsender			
2 Mottaker	+	+	+
3 Observatør	+	+	-
4 Overhører	+	-	-
5 Avlytter	-	-	-

I denne studien bruker jeg også begreper som *publikum* og *tilhører*. I disse tilfellene generaliserer eller referer jeg til alle de overnevnte gruppene, uten å fokusere på hvilken rolle de har eller hvordan de passer inn i audience design (figur 4).

Gudiksen (2005) opererer med en tredelt, kronologisk forståelse av formidlingsbegrepet: transmisjon; utveksling og tolkning; og forandring. Han bruker også begrepene *avsender* og *mottaker*, men mottaker kan forstås som å inkludere observatør, overhører og avlytter. Transmisjon

dreier seg om avsenderen, hennes budskap og hvordan det blir formulert og fremført. Utveksling og tolkning innebærer overføringen av budskapet til mottakeren. Språklige barrierer, utdannelsesnivå og valg av medium vil kunne prege denne fasen i formidlingen. Forandring handler om hvordan mottakeren prosesserer budskapet. Her har avsenderen liten innflytelse – mottakerens ideologiske overbevisning, dagsform og eventuelle forutinntatthet er eksempler på faktorer som kan påvirke formidlingens forandringsfase (Ridderstrøm et al., 2015, s. 199).

2.3.1 Audience design i klasserommet

For å sette dette inn i en didaktisk kontekst kan jeg komme med et tenkt eksempel fra klasserommet: En klasse jobber med problemløsningsoppgaver i en matematikktime og en elev stiller læreren et spørsmål. Klassen er organisert i firegrupper og jobber sammen for å løse oppgavene. I dette tilfellet blir læreren avsender. Eleven som stiller spørsmålet, blir mottaker. De andre elevene i gruppen blir observatører, det kan også hende at en av dem stiller et oppfølgingsspørsmål og får endret sin rolle til mottaker. De andre gruppene får kanskje med seg hva læreren sier, men deltar ikke direkte i samtalen, de har derfor rolle som overhørere. Læreren må allikevel tilpasse innholdet i hva han sier også for denne gruppen til en viss grad. Kanskje mottakerne lurer på om de har kommet frem til riktig svar. Læreren vil kanskje ikke røpe det for høyt i fare for at de andre gruppene overhører det. Til slutt har vi avlyttergruppen. Denne gruppen hører hva som blir sagt, men registreres ikke av læreren og har ikke direkte innflytelse på samtalen. Et eksempel kan være foreldrene som spør mottakerne om skoledagen rundt middagsbordet senere på dagen, eller elever i friminuttet som er nysgjerrige på hvordan deres medelever løste de samme oppgavene de hadde uken før. Det kan også være aktører som avsenderen ikke tar hensyn til når han former sitt budskap, for eksempel IKT-ansvarlig på skolen som har droppet innom klasserommet i løpet av timen for å reparere prosjektoren. Men det kan også være elever som ikke følger med på hva som blir sagt, og hvis manglende interesse eller forståelse blir ignorert av læreren.

Stein et al. (2008, s. 314) skriver at «A key challenge that mathematics teachers face in enacting current reforms is to orchestrate whole-class discussions that use students' responses to instructional tasks in ways that advance the mathematical learning of the whole class». Jeg mener det er viktig at alle elevene føler seg inkludert i den matematiske samtalen. En lærer bør ha som mål å gjøre så mange elever som mulig til mottakere og så få som mulig til avlyttere. Etter denne tolkningen får Bell sin modell en ny mening – pilene representerer ikke bare hvor oppmerksomheten til avsenderen befinner seg, men også oppmerksomheten til resten av klassefellesskapet:

Avsender > Mottaker > Observatør > Overhører

Elever som havner i avlyttergruppen, tar ikke del i klassesamtalen i det hele tatt. De vier læreren liten oppmerksomhet og de får heller ikke noe oppmerksomhet tilbake. Det kan være flere grunner til dette. Kanskje oppfattes dette ikke av læreren, kanskje eleven skjuler at hun er en avlytter eller kanskje læreren ikke gidder å bry seg. Det er viktig å ikke havne på dette nivået. Hvis man begynner å gi opp troen på elever havner man fort i en svært uheldig spiral. Kaplan & Kaplan (2007, s. 15) mener at alle er i stand til å lære matematikk: «if a talent for math is inborn, no need to waste our time trying to develop one». Phelps-Gregory et al. (2020) mener det er en myte at det er nødvendig med et naturlig anlegg for å drive med matematikk og at denne myten bidrar til å hindre elevers læring i matematikk.

Jeg vil nå ta utgangspunkt i ulike måter å presentere populærvitenskapelig stoff på, og anvende Bell (1984) sine kommunikasjonsroller på kommunikasjonen som foregår gjennom ulike medier; nærmere bestemt populærvitenskapelige foredrag, litteratur, radio og TV. Resten av dette kapitlet er min egen tolkning og anvendelse av audience design, og kunne også vært del av diskusjonen. Jeg har valgt å innlemme det i teorikapitlet, både fordi det bedrer flyten i fremstillingen, og fordi disse tolkningene inngår i store deler av analysen.

2.3.2 Audience Design i populærvitenskapelige foredrag

Et foredrag kan anses som en samtale med veldig mange personer til stede på én gang. Et godt eksempel er det populærmatematiske TED-foredraget *Math is the hidden secret to understanding the world* av Roger Antonsen (2015). Foredragsholderen studerer reaksjonen til de han snakker med og tilpasser innholdet deretter, han blir avsender. I utgangspunktet snakker foredragsholderen til hele forsamlingen, gjennom en enveiskommunikasjon, under mesteparten av foredraget blir derfor de fleste i salen overhørere, de befinner seg langt fra samtalens midtpunkt. For å minske avstanden til publikum er det vanlig å åpne for spørsmål, gjerne mot slutten av foredraget. Når foredragsholderen svarer, blir personen som stilte spørsmålet mottaker. Hvis foredragsholder refererer til tidligere spørsmål eller andre i salen, blir de observatør. Dette kan anses som en teknikk for å redusere avstanden til publikum. En annen teknikk for å redusere avstand kan være å feste blikket eller fokusere spesifikt på enkeltpersoner i forsamlingen (Robinson-Maine, 2020). De som får med seg foredraget, men ikke er i målgruppen og ikke har noe særlig interesse av innholdet kan klassifiseres som avlyttere. Rollene står oppsummert i tabell 2:

Tabell 2: Roller (hentet fra Bell, 1984) anvendt på et populærvitenskapelig foredrag.

		Kjent	Anerkjent	Henvendt
1 Avsender	Foredragsholder			
2 Mottaker	Person i salen som eventuelt stiller spørsmål	+	+	+
3 Observatør	Andre personer som eventuelt inkluderes i svaret	+	+	-
4 Overhører	Andre personer i salen	+	-	-
5 Avlytter	Andre som ikke er i målgruppen	-	-	-

I dette eksemplet har avsenderen mulighet til å tilpasse seg publikum – lese ansikter, følge blikk og lytte etter småprat og stillhet. Men hva hvis man tilsynelatende ikke har noe publikum å respondere på, ingen som kan påvirke avsenderen? Dette er tilfellet i populærvitenskapelig litteratur.

2.3.3 Audience design i populærvitenskapelig litteratur

Populærvitenskapelig litteratur inkluderer blant annet bøker, brosjyrer, magasiner, avisspalter og blogginnlegg. Formidleren, eller avsenderen er naturligvis forfatteren. Mottakeren er leseren, som også forfatteren gjerne henvender seg til i andre person – det Pilkington (2018a; 2018b) kaller the fictionalized reader (TFR). Av og til skriver en forfatter sammen med andre forfattere, dette er for eksempel tilfelle i den populærmatematiske bokserien *Weird Maths* (Darling & Banerjee, 2018; 2019; 2021). I kapitlene skrevet av Darling, viser han gjerne til Banerjee og hva han har skrevet eller kommer til å skrive i andre kapitler. I disse tilfellene får Banerjee rollen som observatør, han er del av den større samtalen, men blir ikke direkte henvendt til i øyeblikket. Overhørerne kan anses som en gruppe lesere som ikke identifiserer seg med TFR, men som allikevel registrerer innholdet. Det kan være en redaktør som skal kvalitetskontrollere innholdet, det kan være en oversetter eller en korrekturleser. Det kan også være fagfeller som allerede er godt kjent med teoriene som blir beskrevet og dermed ikke opplever noen tilhørighet med TFR, slik den er skildret i teksten. Til slutt har vi avlytterne, som får med seg innholdet uten å aktivt oppsøke det eller som ikke er i målgruppen til forfatteren. Det kan være en ansatt i en bokhandel eller et bibliotek, det kan være noen som leser boken uten å velge det selv eller kanskje et utdrag fra boken blir brukt for å måle lesehastighet eller i en annen sammenheng hvor selve innholdet ikke er relevant. Disse rollene er oppsummert i tabell 3:

Tabell 3: Roller (hentet fra Bell, 1984) anvendt på populærvitenskapelig litteratur.

		Kjent	Anerkjent	Henvendt
1 Avsender	Forfatter			
2 Mottaker	<i>The fictionalized reader</i>	+	+	+
3 Observatør	Ev. medforfattere, hvis kapitler det blir henvist til	+	+	-
4 Overhører	Lesere som ikke identifiserer seg med TFR	+	-	-
5 Avlytter	Lesere som ikke registrerer stoffet/finnes i målgruppen	-	-	-

Vi kan også anvende denne tabellen på en populærvitenskapelig blogg, som Sunniva Roses (2011-nåtid) 'rosablogg' om fysikk, eller Kathrine Frey Frøslies *Statistrikk* (2016-nåtid). Her kan vi lese et eksempel på TFR fra sunnivarose.no:

Greia er jo den at når man flyr så er man 'nærmere verdensrommet' - eller, det er det jeg liker å si i alle fall. Du har mindre atmosfære mellom deg selv og verdensrommet, og mindre atmosfære betyr mindre strålingsskjold. Vi blir jo truffet av partikler (stråling) fra verdensrommet hele tiden, men atmosfæren stopper veldig mye av det. (Rose, 2019, avsnitt 3)

Avsnittet bærer preg av et personlig språk. Rose bruker både *jeg*, *du* og *vi* når hun skriver. Hun kan ikke vite hvem som leser kommer til å lese innlegget, derfor henvender hun seg til en idealisert, generalisert, oppdiktet leserkarakter, som de fleste kan kjenne seg igjen i. Rose forutsetter at leseren har reist med fly. En leser som derimot ikke har fløyet, vil trolig havne i overhørergruppen.

Det som er spesielt med bloggmediet er tilstedeværelsen av et kommentarfelt. Denne funksjonen gjør det mulig å ha direkte toveiskommunikasjon med leseren. Da vil mottakerrollen utvikle seg fra å være fiksjonell til å bli reell. Innholdet i blogginnlegget vil imidlertid være ferdig utformet. Derfor vil det fremdeles være TFR som preger det opprinnelige meningsinnholdet i selve blogginnlegget.

2.3.4 Audience design i radio/podkast

Mitt neste eksempel er populærvitenskapelig radio/podkast, hvor jeg tar utgangspunkt i en episode av *Abels Tårn* (Jemterud et al., 2021, 18. juni). Programmet har et panelråd som lytterne kan sende inn spørsmål til. Rådet består av forskjellige gjester mellom hvert program. I denne episoden har de med seg både en matematiker, en psykolog og en botaniker. Programlederen leser opp spørsmålene og gjestene bruker sin samlede kompetanse til å belyse vitenskapelige spørsmål om blant annet giftige planter, spiseforstyrrelser, og sannsynlighetsregning. Her er et utdrag fra episoden hvor panelet definerer matematikken bak overvekt og BMI:

Vi holder oss litt til samme tematikk her, men et annet spørsmål, og det går til deg, Jo [Røislien, matematiker og biostatistiker]. Hva er grunnlaget for å si at normal BMI er mellom 18 og 25? Jeg har lest mye om hvem som fant det opp; problematisk bruk av BMI, og hvordan man regner det ut og at mange land bruker det og så videre og så videre. Det jeg vil vite, det er hvorfor er tallene mellom 18 og 25 så spesielle, er det bestemt ut ifra et gjennomsnitt av befolkningen når skalaen ble laget, er det kanskje et ideelt forhold mellom volum og masse av bein og fett og muskler i mus, hva er grunnlaget for å definere noe som normalvektig? (Jemterud et al., 2021, 18. juni, 01:13:37)

For å strukturere rollene som deltakerne på programmet bruker jeg kriteriene i tabell 4, for å tydeliggjøre hvilke aktører som er kjent, anerkjent og henvendt.

Tabell 4: Roller (hentet fra Bell, 1984) anvendt på radioprogrammet 'Abels tårn'.

		Kjent	Anerkjent	Henvendt
1 Avsender	Programleder (på vegne av innsender)			
2 Mottaker	Gjest som blir spurt om å svare på spørsmålet	+	+	+
3 Observatør	Andre paneldeltakere	+	+	-
4 Overhører	Andre lyttere	+	-	-
5 Avlytter	Andre tilfeldige/annenhånds lyttere, ikke i målgruppen	-	-	-

I dette eksemplet blir programleder Torkild Jemterud avsender. Eventuelt kan også lytteren som har sendt inn spørsmålet betraktes som avsender. Siden spørsmålet er direkte rettet mot Jo Røislien, er det han som blir mottaker. De andre paneldeltakerne har tidligere besvart andre spørsmål og kan tenkes å komme med input når mottakeren er ferdig med å svare på spørsmålet. De er anerkjent, men ikke henvendt, de blir derfor observatører. Panelrådet tilpasser også det de sier for lytterne. Lytterne er kjent, men panelrådet anerkjenner dem ikke og henvender seg ikke til dem direkte. Jeg anser dem derfor som overhørere. Den siste gruppen er lyttere som er verken henvendt, anerkjent eller kjent. Panelrådet tar heller ikke denne gruppen med i betraktningen når de formulerer sitt svar. Det kan være personer som får med seg programmet, men ikke forstår eller bryr seg om det som blir sagt. Kanskje de ikke behersker norsk, kanskje de har null interesse av å høre om BMI, eller kanskje de bare hører programmet fordi taxi-sjåføren tilfeldigvis valgte å sette på radioen.

Mange radioprogram har imidlertid ikke noe panelråd eller innsending av spørsmål. Et godt eksempel er Selda Ekiz sin podkast *Smartere på 10 minutter* (2020-nåtid). Episodene er formulert som lettbeinte vitenskapelige spørsmål som hun besvarer i løpet av 5-10 minutter, som for eksempel «hvor mye veier en sky», eller «finnes det noe som lever evig?». I denne podkasten blir Ekiz den ubestridte avsenderen. Det er imidlertid ingen i studio som Ekiz kan henvende seg direkte til. Ekiz løser dette ved å konstruere en lytter, som hun henvender seg til i andre person. Hun foreslår hvordan lytteren tenker. Her et eksempel fra den per dags dato nyeste episoden «Kan planter tenke?»:

Jeg håper at denne episoden kan være en fin påminnelse om at vi burde være hyggeligere med plantene vi har rundt oss. Jeg synes du burde snakke med dem, ta dem ut for en liten luftetur, gi dem en dusj en gang iblant og så lenge det ikke er kaktuser, gi dem en god klem. (Smartere på 10 minutter, april 2021, 06:10)

Dette ligner svært mye på Pilkingtons (2018a; 2018b) fictionalized reader. Jeg har derfor kalt denne rollen for *the fictionalized listener*. Denne fyller rollen som mottaker, og tillater Ekiz å snakke direkte

til lytteren. Målet er at lytteren blir direkte inkludert i samtalen og vil automatisk engasjere seg mer i det som blir sagt. På neste nivå finner vi observatøren. Hadde Ekiz hatt med seg en gjest i studio, eller episodene hadde hatt flere programledere som anerkjente hverandre, ville de ha fylt denne rollen, men i dette tilfellet står rollen tom. Alle rollene trenger ikke være fylt for at en samtale skal kunne finne sted, men alle aktører som tar del i en form for samtale vil ideelt sett kunne passe inn i modellen. Når Ekiz lager en podkast vil det kanskje være andre personer som hører innholdet, men som ikke blir anerkjent. Dette kan inkludere produsenter, teknikere, klippere og andre som er med på å utforme podkasten, disse får rollen som overhører. Avlyttergruppen er den samme som i tabell 4. Rollene står oppsummert i tabell 5:

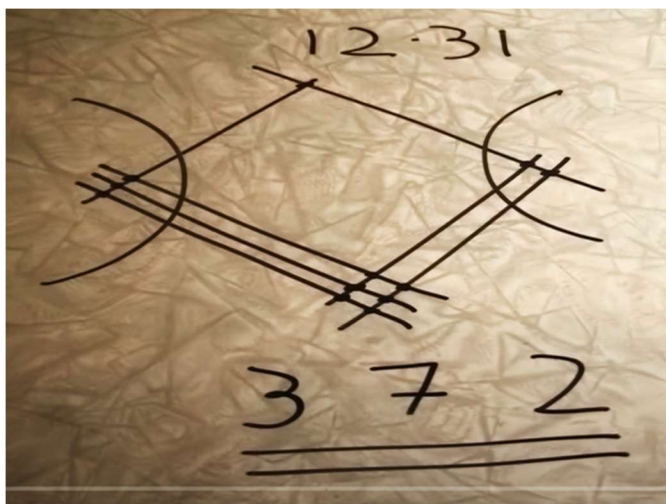
Tabell 5: Roller (hentet fra Bell, 1984) anvendt på podkasten 'Smartere på 10 minutter'.

		Kjent	Anerkjent	Henvendt
1 Avsender	Selda Ekiz (programleder)			
2 Mottaker	<i>The fictionalized listener</i>	+	+	+
3 Observatør	-	+	+	-
4 Overhører	Produsenter, teknikere, klippere etc.	+	-	-
5 Avlytter	Andre tilfeldige/annenhånds lyttere, ikke i målgruppen	-	-	-

2.3.5 Audience design i TV-produksjon

Vi kan også anvende modellen på en TV-serie eller TV-program. Situasjonen her er ganske lik som i tabell 5. Vi kan for eksempel ta for oss dette eksempelet (se også figur 5) hentet fra TV-serien Siffer (Holm-Glad et al., 2011):

Mayaenes tall var basert på samlinger av prikker og streker, derfor ble helt vanlige regneoperasjoner annerledes – og min favoritt, det er mayamultiplikasjon. Hvis du for eksempel tar $12 * 31$, da ville mayaene skrevet $12 - \text{sånn} - \text{også ville de tatt } 31$. Og da er det egentlig bare å begynne å telle prikker, dette er bakerst, dette er forrest og dette er midt på. Så her bakerst, så er det $1, \underline{2}$ – sånn. Og midt på her så er det $1, 2, 3, 4, 5, 6, \underline{7}!$ Og forrest, $1, 2, \underline{3}$. 372. Det er ganske kult, da! (Siffer, 2011, episode 2, 2:30)



Figur 5: Skjermdump fra aktuelt segment (Siffer, 2011, episode 2, 3:30).

Her blir programleder, Jo Røislien, avsender. I de fleste segmentene kikker Røislien rett i kamera og henvender seg direkte til seeren. I eksemplet over bruker han for eksempel ordet «du», og han avslutter med å bryte ut «det er ganske kult da!», hvilket impliserer at han snakker direkte til seeren. Det er mange av de samme teknikkene vi kjenner igjen fra the fictionalized reader og the fictionalized listener. Jeg har kalt denne rollen for *the fictionalized viewer*. De andre rollene er ganske like de vi ser i tabell 5, senere i programmet er det flere som blir intervjuet, disse kan sies å fylle rollen som observatør. Tabell 6 oppsummerer rollene:

Tabell 6: Roller (hentet fra Bell, 1984) anvendt på en TV-serie

		Kjent	Anerkjent	Henvendt
1 Avsender	Programleder			
2 Mottaker	<i>The fictionalized viewer</i>	+	+	+
3 Observatør	Andre deltakere i programmet, intervjuobjekter etc.	+	+	-
4 Overhører	Regissør, filmcrew, teknikere etc.	+	-	-
5 Avlytter	Andre tilfeldige/annenhånds seere, ikke i målgruppen	-	-	-

2.3.6 Oppsummering av audience design

Det som gjør denne modellen verdifull er at den kategoriserer lyttere, ikke bare etter hvor langt de befinner seg fra samtals midtpunkt, men også etter innflytelsen de har på samtalen. Alle som kommuniserer eller observerer en form for kommunikasjon kan ideelt sett plasseres et eller annet sted på modellen. Den egner seg derfor godt som analyseverktøy for en rekke forskjellige populærvitenskapelige medier. Bell sitt rammeverk er allerede etablert og utbredt. Anvendelsen av dette rammeverket blir derfor en form for deduktivt design. I diskusjonen vil jeg bruke begrepene jeg har etablert i dette kapittelet til å nærmere drøfte transkripsjoner av intervjuer jeg har foretatt og flere transkripsjoner fra eksempler på populærmatematikk.

2.4 Grep og virkemidler

Jeg har nå skrevet om rollene man må forholde seg til som formidler av populærvitenskap. Men det finnes også en rekke praktiske grep og virkemidler som er utbredt i populærvitenskapelig formidling. I datamaterialet fra intervjuene har jeg skilt ut seks forskjellige kategorier, med støtte fra ulike kilder. I diskusjonsdelen vil jeg sette disse grepene opp mot hva som har blitt sagt i intervjuene og drøfte noen praktiske eksempler hentet fra ulike populærmatematiske medier.

2.4.1 Visualiseringer, kunst og installasjoner

Matematikkfaget tar ofte i bruk visualiseringer for å representere abstrakte fenomener, som imaginære tall, grafteori, statistiske fremstillinger eller geometriske legemer i høyere dimensjoner. Vi bruker gjerne farger for å tydeliggjøre hva som skjer i disse eksemplene. På YouTube kan man for eksempel finne flerfoldige fargerike videoer som zoomer inn på de fascinerende fraktalene i den såkalte Mandelbrot-mengden. Bruken av farger kan spille en rolle for læringsutbyttet til eleven, derfor kan det være en fordel å være bevisst på bruken av farger når man forsøker å formidle noe. Chang et al. (2018) har gjort en oppsamlingsstudie rundt fargers effekt på læring. De finner at varme farger, som rød, oransje og gul, motvirker kjedsomhet og skjerper fokus, mens kalde farger, som blå og grønn, bidrar til å roe ned mottakeren. Tekst på blå bakgrunn har også økt sannsynlighet for å bli husket enn andre, kraftigere farger.

Det finnes mange eksempler på kunst som benytter matematiske idéer og metoder. Kubismebevegelsen på første halvdel av 1900-tallet var særlig inspirert av nye perspektiver på geometrisering og vinkling (Tschudi-Madsen, 2021) M. C. Escher er kjent for sine optiske illusjoner, som ofte leker med vår alminnelige persepsjon av virkeligheten. I Islamsk kunst og arkitektur er det uvanlig med gudeavbildninger, derfor blir det gjerne lagt vekt på vakre geometriske ornamenteringer isteden (Blom, 2021). Se for eksempel figur 6, som viser taket i graven til den persiske poeten Hafez [حافظیه] (Ghiasvand, 2019).



Figur 6: Taket på graven til den persiske poeten Hafez.

Noen mer moderne eksempler på matematisk kunst finnes på hjemmesidene til Roger Antonsen (2022), Vi Hart (2009-nåtid) og Aylean MacDonald (2015-nåtid).

I museumsvitenskapen er det spesielt viktig med gode visualiseringer for å kommunisere, forklare, motivere og inspirere publikum, noe som kan by på utfordringer når det kommer til et abstrakt fagområde som matematikk (Weiskopf et al., 2006). Vitensentre har for øvrig et betydelig potensial for å gjøre nytte av slike visualiseringer, med kompetente kuratorer og interaktive installasjoner. Weiskopf et al. (2006) hevder at god estetikk henger direkte sammen med god brukervennlighet. Frøyland et al. (2018) demonstrerer at brukervennlighet er et ideal for utformingen av vitensentre også i Norge. Utenfor Norges grenser finnes det flere museer/vitensentre som fokuserer på matematiske kunstverk og installasjoner, som Matematikum i Geißen, MathsCity i Leeds og MoMath i New York City. I overordnet del av læreplanverket LK20 heter det at: «Kunst- og kulturuttrykk har også betydning for den enkeltes personlige utvikling. Kulturelle opplevelser har en egenverdi, og elevene skal få oppleve et variert spekter av kulturuttrykk gjennom sin tid i skolen» (Udir, 2017c).

LK20 introduserer også kjerneelementer, som skal gi et svar på både hvilke kompetanser elevene har behov for og hvilke temaer som bør prege undervisningen i hvert enkelt fag. I matematikk kan bilder og visuelle modeller anses som deler av kjerneelementet, *representasjon og kommunikasjon* (Hinna & Røsseland, 2022). Ifølge Udir (2017b) skal elevene få mulighet til å oversette og veksle mellom ulike representasjonsformer. Hinna og Røsseland (2022, s. 765-767) påpeker at variert bruk av forskjellige uttrykksformer kan styrke elevenes metakognisjon og evne til å uttrykke seg gjennom matematisk symbolbruk, språk og kommunikasjon.

2.4.2 Entusiastisk formidling

Et sentralt virkemiddel i populærvitenskapelig og matematisk formidling er en aktiv og bevisst bruk av kroppsspråk og en levende entusiasme som smitter over på mottakeren (Galende et al., 2019, s. 103). McClure et al. (2020) har konstruert et rammeverk for hva som kjennetegner effektiv vitenskapskommunikasjon, eller *science outreach*. Der trekker de frem *energisk og lidenskapelig lederskap* som et nøkkelpoeng for å nå fram med et vitenskapelig budskap. Professor Helge Strømsø (2016, s. 126) ved institutt for pedagogikk ved Universitetet i Oslo drøfter betydningen av entusiasme i undervisningen og skriver blant annet at: «Forholdet mellom lærerens entusiasme og læringsutbytte er bekreftet i en rekke studier».

Marlen Ferrer (2018), førsteamanuensis ved institutt for lærerutdanning på OsloMet, skriver at «akademisk formidling er ofte preget av en kjedelig og lite inviterende 'på den ene siden og på den andre siden'-sjargong og av omstendelige forklaringer» (s. 63). Hun fremholder verdien av å være tydelig i sin formidling og at man må tørre å snakke direkte, på en måte som folk forstår. Ferrer har blant annet skrevet flere bøker og var paneldeltaker i det populærvitenskapelige NRK-programmet *Big Bang* med Dagfinn og Lyngbø Anne-Kat Herland (2010). I dag bruker hun sin erfaring og formidlingskompetanse til å utdanne morgendagens lærere (Ferrer, 2018).

Populærvitenskapelig litteratur har en tendens til å fokusere på det sensasjonelle fremfor det trivielle. Det er ikke uvanlig med følelseladde, oppsiktsvekkende titler og overskrifter som er designet for å fenge leseren – et virkemiddel som er lånt fra populærvitenskapelig journalistikk (Pilkington, 2018b, s. 148), jeg mener at dette også kan anses som en form forusiastisk formidlingstankegang.

2.4.3 Dramatisering og historiefortelling

Dramatisering er også et typisk grep for å tilgjengeliggjøre vitenskapelig tekst og tale. Ved å gjøre fagstoffet om til en historiefortelling kan leseren enklere fordype seg i teorien og forholde seg til fakta direkte (Pilkington, 2018b, s. 145). Svensen (2012) skriver at populærvitenskapelige faktabøker skrevet for et generelt publikum, ofte vektlegger bruken av «litterære virkemidler, som for eksempel en tydelig fortellerstemme og dramaturgi, bevisst metaforbruk og språkføring».

Tidligere nevnte jeg Jane Marcets (2008) *Conversations on Chemistry* og Lakatos' (1963) *Proofs and Refutations*, som er dialogiske i tiltaleformen og skrevet nesten som teaterstykker. Dramatisering tillater å komprimere årelange rekker med forskningsutveksling og vitenskapelig debatt til et manus som lar seg oppsummere i løpet av noen minutter. Dette kan være en effektiv strategi i klasserommet, både for å øke forståelsen for temaet og for å oppmuntre til økt interesse, som igjen kan ha en fordelaktig effekt på hukommelsen hos mottakeren (Strømsø, 2016; Pilkington, 2018b).

Dramatisering henger også sammen med fiksjonalitet. En kan for eksempel åpne en matematikktime med å si: «I morgen vil regjeringen forby alle sekskanter, hvilke konsekvenser får dette for samfunnet?» Alternativet kunne være å spørre elevene «hvor finner vi sekskanter i samfunnet?», men dette har neppe den samme appellen. Det er viktig å trene de kognitive evnene til å skille mellom fiksjon og virkelighet. Det å inkludere fiktive elementer i en presentasjon eller et argument kan være en legitim retorisk strategi for å illustrere et poeng (Nielsen et al., 2015).

2.4.4 Bruk av gode eksempler fra den virkelige verden.

Som nevnt over er det ikke alltid lett å representere et abstrakt fagfelt som matematikk i form av visualiseringer, derfor kan det være en fordel å også hente inspirasjon og eksempler på matematikk i den virkelige verden. Et klassisk eksempel er Fibonacci-sekvensen 0-1-1-2-3-5-8-13-21 Hvert tall i sekvensen tilsvarer summen av de to forestående. Denne tallrekken dukker opp mange steder i naturen – fra solsikker og sneglehus, til spiralene i DNA-sekvensen så vel som galakser flere millioner lysår unna. Man kan også undersøke for eksempel sekskantet søylebasalt, geologiske krystaller eller fraktaler som ligger til grunn for oppbygningen av både bregner, snøkrystaller og kystlinjer. John Lockhart (2009) er tydelig på hvor viktig det er at matematikklærere aktivt leker med virkeligheten:

[...] if you are a math teacher, then you especially need to be playing around in Mathematical Reality. Your teaching should flow naturally from your own experience in the jungle, not from some fake tourist version with a car on tracks and the windows rolled up. So throw the stupid curriculum and textbooks out the window! (Lockhart, 2009, s. 139)

En vanlig populærvitenskapelig strategi for å forklare matematikken bak anekdotiske eksempler hentet fra virkeligheten, er såkalte *explanatory waves* (Pilkington, 2018b). Dette innebærer en rask oppklaring av den tekniske bakgrunnen for et vitenskapelig eksempel og tydeliggjør hvorfor eksempelet er relevant for leseren. I forrige avsnitt, hvor jeg nevner Fibonacci-sekvensen følger det en slik explanatory wave. Når man benytter eksempler fra virkeligheten, er det viktig å forklare hvorfor de benyttes. Denne strategien tillater å ramse opp og samtidig forklare flere eksempler uten å måtte forstyrre flyten i teksten.

I matematikken bruker vi ofte metaforer hentet fra dagliglivet. Det går for eksempel an å bruke en skålvekt som et bilde på hvordan man løser en ligning. Vi bruker metaforer som *store* tall, *rekker* av tall, *naturlige* tall og så videre. Nuñez og Lakoff (2000) hevder at de fleste matematiske idéer er grunnleggende metaforiske i sin form. Lakoff og Johnson (2003, s. 146) skriver at «Metaforenes viktigste funksjon er å gi delforståelse av én type erfaring ut ifra en annen type erfaring». En aktiv og målrettet bruk av hensiktsmessige metaforer kan derfor bidra til å øke forståelsen for abstrakte matematiske fenomener ved å ta utgangspunkt i et begrepsapparat som mottakeren allerede

kjenner til. Som regel ønsker man at elevene skal danne seg et formalisert matematisk språk, noe som kanskje skulle tilsi at lærere ikke bør benytte uformelle metaforer og representasjoner. Webb et al. (2008) mener derimot at det er gunstig å bruke et arsenal av forskjellige representasjoner under læringsprosessen, slik at ulike elever kan plukke opp på forskjellige måter å forstå det samme konseptet. Det er lov å bruke banale bilder og visualiseringer hentet fra virkeligheten, så lenge det er med på å øke forståelsen. Webb et al. (2008) kaller dette arsenalet av ulike representasjoner som legger grunnlaget for den formale forståelsen, for *isfjellmetaforen*.

Modellering og anvendelser er et kjerneelement i LK20. Modellering handler om å lage modeller som beskriver matematikken i arbeidslivet, dagliglivet og samfunnet ellers. Anvendelser handler om å bruke matematikk i forskjellige situasjoner, både i forbindelse med matematikkfaget og ellers (Udir, 2017b). Begge deler kan knyttes opp mot det populærvitenskapelige virkemiddelet *bruk av gode eksempler fra den virkelige verden*. Hinna og Røsseland (2022, s. 756) anbefaler at elever bør få oppgaver som baserer seg på praktiske situasjoner hentet fra virkeligheten.

2.4.5 Deltakelse og eksperimentering

Deltakelse og eksperimentering handler om å få mottakeren til å aktivt involvere seg i det avsenderen formidler. Dette innebærer å gjøre matematikkfaget mer taktilt, inkluderende og levende. Matematikklærere bør strebe etter å gjøre undervisningen givende og interessant, og da kan gode eksperimenter være et motiverende virkemiddel. I naturfag snakker man gjerne om faglige appetittvekkere for å kickstarte elevenes nysgjerrighet og utforskertrang. For eksempel kan man lage elefanttannkrem med hydrogenperoksid og oppvaskmiddel, eller slenge en magnesiumklump i vann og observere hvordan det tar fyr. Mange elever vil da få en mengde spørsmål de ønsker å få svar på, og de vil være mer motiverte for å svar på spørsmål de har kommet opp med på egen hånd. Går dette an å overføre til matematikken? Hvilke faglige appetittvekkere kan det være aktuelt å dra med inn i matematikkundervisningen? Rangnes (2012) hevder at deltakelse i, og matematiske samtaler rundt praktisk matematikk er viktig for å utvikle elevenes evne til kritisk refleksjon i matematikk.

Elevene kan trene på å lage geometriske bevis, gjøre problemløsningsoppgaver eller leke seg med tallteori. Hvordan henger Pascals trekant sammen med sannsynlighetsregning, går det an å tegne noe i fire dimensjoner, finnes det varianter av uendelighet som er større enn andre? Hvis en elev får anledning til å konstruere slike spørsmål kan man begynne å eksperimentere og leke med matematikk (Lockhart, 2009).

På vitensentre i Norge blir ofte deltakeren invitert til å gjennomføre interaktive øvelser med formål om å lære noe (Frøyland et al., 2018). En fordel ved denne interaktive museumsmodellen er at man kan bruke flere medier for å forklare det samme fenomenet på én gang. Man kan for eksempel ha en

guide som forklarer en modell. Ved siden av henger det kanskje en plakat eller en video som forklarer det samme konseptet. I tillegg ser man gjerne forklaringsmodellene i kontekst med andre lignende installasjoner, alt i en sammenhengende prosess som forutsetter *aktiv involvering* (Weiskopf et al., 2006).

Demokrati og medborgerskap utgjør et tverrfaglig tema i LK20. Der heter det at skolen skal legge til rette for at elevene får delta i demokratiske prosesser (Udir, 2017c) og bruke matematikk til å delta i samfunnsdebatten (Udir, 2017b). At elever opplever eierskap, tilhørighet og skaperglede i matematikkfaget er dessuten viktig for elevenes demokratiske dannelse. Breiviga et al. (2019, s. 16) skriver: «Mange forbinder ikke demokratisk dannelse med matematikkfaget i skolen, da det gjerne blir sett på som et fag som formidler nøytral kunnskap med riktige og gale svar». Hope et al. (2017) har gjort en studie hvor de konkluderte med at lærere har for lite fokus på elevers medvirkning i utviklingsarbeidet på skolen. Matematikklærere bør derfor bli bedre på å ta utgangspunkt i elevenes erfaringer og spørre *dem* hva det *de* ønsker å finne svar på.

2.4.6 Relevant og bevisst bruk av riktig medium

Et vesentlig kjennetegn på populærvitenskap er bruken av ulike medier for å kommunisere et budskap. Forskjellige medier egner seg for å formidle ulikt stoff på ulike måter (Pilkington, 2018b). I formidling av populærvitenskap er det viktig å være klar over disse ulikhetene og reflektere over dem i valg av medium, det være seg foredrag, bøker, radio, TV, internett, dataspill, museum eller klasserom.

Når det gjelder populærvitenskapelig litteratur lister for eksempel Kucharski (2018) opp det han kaller «ti enkle regler for å skrive en populærvitenskapelig bok»:

- 1) Bygg erfaring med å skrive
- 2) Finn riktig tema
- 3) Skaff en litteraturagent
- 4) Skriv et utkast
- 5) Lag en salgs-pitch
- 6) Finn takt og tone for teksten
- 7) Undersøk og intervju
- 8) Rediger, rediger, rediger...
- 9) Legg en PR-strategi
- 10) Vær synlig

Gowon (2009) hevder at eksponering for TV og radio kan ha en positiv effekt på elevers språklige forståelse. Ferrer (2018) mener at formidling gjennom TV er en ferdighet som blir oversett av forskerutdanningene i Norge. Etter å ha vært hyret inn som fagekspert på *Lyngbø og Herlands Big Bang* (2010) hevder hun at «det finnes ingen bedre skole enn et TV-studio for å lære å formidle fagstoff effektivt (s. 63)».

Frøyland et al. (2018) har skrevet et rammeverk for vitensentre og museer som de kaller UtVite-modellen. Denne modellen «lar oss observere, analysere og kontekstualisere læring og interaksjon, som er relevant for design av utstillinger og installasjoner (s. 14)». Hu et al. (2019) har gjort lignende funn i en oppsamlingsstudie på diverse vitensentre over hele verden.

Ridderstrøm et al. (2015) skriver om *formidlingens hva, hvorfor og hvordan*. De mener at ulike medier stadig åpner for nye formidlingsstrategier. De skriver blant annet om den forsterkede rollen som biblioteker og litteraturhusene har fått som formidlere, både av litteratur, kunst og samfunnstematikk, de siste årene.

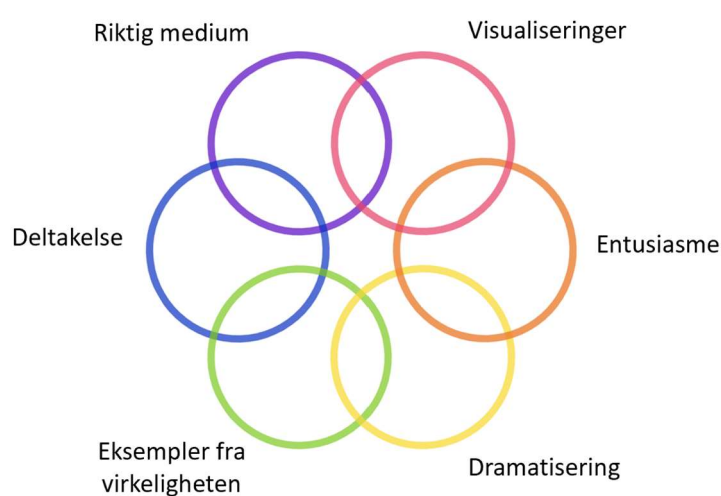
Det å ha et spektrum av varierte medier som man lener seg på i sin formidling kan i seg selv utgjøre en fordel (Pilkington, 2018). Svensen (2012) hevder at «God populærvitenskap kjennetegnes av at vitenskapelige innsikter formidles på en ny og relevant måte». Variasjon og innovasjon er viktige faktorer å ta hensyn til i valg av strategi og medium. Det kan være en idé å bygge en ressursbank med ulike kilder til populærmatematiske måter å lære matematikk på. I denne studien nevner jeg flere eksempler (se vedlegg 1 og 2). Dessverre er det ikke alltid disse ligger tilgjengelig i en uopphørlig periode (Suvatne, 2015). Innholdsrike TV-produksjoner som *Siffer* (Røislien & Nome, 2011) og *Slik Vinner Du* (Gale et al., 2018) er ikke lenger tilgjengelig på NRK Nett-TV på grunn av utgåtte rettigheter. Derfor er det viktig å oppdatere seg og ha tilgang på flere alternativer for å vise fram populærmatematikk.

Relevant og bevisst bruk av riktig medium kan også sees i sammenheng med hva overordnet del av læreplanverket (Udir, 2017c) sier om *grunnleggende ferdigheter*. Ulike medier egner seg for å trene på ulike ferdigheter. Bøker har sammenheng med *lesing og skriving*. *Muntlige og digitale ferdigheter* kan knyttes opp mot både radio, TV og populærvitenskapelige foredrag. *Regning* vil selvfølgelig også kunne være relevant i forbindelse med bruk av populærmatematiske medier.

2.5 Oppsummering av virkemidler

For å oppsummere disse virkemidlene på en konsis måte, har jeg konstruert en modell (figur 7) som jeg har valgt å kalle PGOV (populærmatematiske grep og virkemidler). Grep kan forstås som aktive handlinger som formidleren/læreren utfører. Virkemidler er hjelpemidler og artefakter som bistår formidleren i hennes undervisningsarbeid. Siden jeg har tatt utgangspunkt i empirien og konstruert et eget rammeverk på bakgrunn av denne, kan man kalle dette en form for induktiv design. Modellen er ikke fullstendig omfattende, og det kan finnes flere populærvitenskapelige grep som ikke faller inn under noen av disse kategoriene. Noen av kategoriene har også flytende overganger mellom hverandre. Visualiseringer inkluderer ofte fargerike, abstrakte fremstillinger av matematikk, men også matematisk kunst, interaktive installasjoner og kulturelle uttrykk. De har et overlappende

element med entusiasme, der man i museumsvitenskapen søker å begeistre og engasjere brukeren (Weiskopf et al., 2006). Dramatisering innebærer også historiefortelling, dialogisk skriving og fiksjonelle scenarioer, som kan ha større appell når de blir fremført med innlevelse og entusiasme. Eksempler fra virkeligheten kan være hentet fra dagliglivet eller naturen, men også historiske eksempler og anekdoter, hvor det ofte faller naturlig å introdusere et element av historiefortelling eller dramatisering. Publikum sine opplevelser og erfaringer eksisterer også i skjæringspunktet mellom deltakelse og eksempler hentet fra virkeligheten. Mangfoldet i som finnes i både publikum og i ulike grafiske og visuelle fremstillinger, demonstrerer viktigheten av å velge riktig medium i forbindelse med populærmatematisk formidling.



Figur 7: PGOV, populærmatematiske grep og virkemidler.

Hovedpoenget med denne modellen er å skape et rammeverk for å diskutere konkrete eksempler på populærmatematikk og se dem i lys av det jeg har funnet fra ulike kilder og tidligere forskning.

2.6 Motivasjon

Min hypotese er at en populærvitenskapelig tilnærming til matematikk kan være med på å styrke elevers motivasjon. Derfor runder jeg av teoriseksjonen med et kapittel knyttet til motivasjon. Hva er motivasjon, hvordan kan man legge til rette for det i klasserommet og hva vet vi allerede om sammenhengen mellom motivasjon og populærvitenskap?

Nosrati & Wæge (2015) skriver at motivasjon er «en situasjonsbestemt tilstand som påvirkes av forskjellige faktorer, som klasseromsinteraksjoner, aktiviteter, erfaringer og kultur». Læreren har derfor anledning til å påvirke elevers motivasjon. I selvbestemmelsesteorien skiller man mellom *ytre* og *indre motivasjon*. Ytre motiverte elever utfører aktiviteter for å oppnå et resultat adskilt fra selve aktiviteten. Indre motiverte elever har større selvtillit, utholdenhet og kreativitet, de utfører aktiviteter fordi de er morsomme og givende i seg selv (Nosrati & Wæge, 2015; Deci & Ryan, 1985).

Nosrati & Wæge skriver: «At motivasjon har stor betydning i matematikkopplæringen er godt dokumentert, og teoretikere hevder at motivasjon har en avgjørende betydning for om elevene lykkes eller ikke i skolen». Videre trekker de frem seks aspekter som kan virke positivt på elevers indre motivasjon:

- 1) «Oppgaver og aktiviteter, som problemløsningsoppgaver, praktiske oppgaver, oppgaver fra dagliglivet og åpne oppgaver
- 2) Samarbeid
- 3) Elevene blir oppmuntret til å utvikle egne løsningsstrategier (autonomi)
- 4) Et positivt affektivt klasseromsmiljø (læreren behandler eleven med respekt, lytter til ideene deres og verdsetter deres faglige bidrag)
- 5) Fokus på læringsprosessen og utvikling av forståelse i matematikk
- 6) Læreren gir konkrete og konstruktive tilbakemeldinger, utfordrer elevene og bruker feil og misoppfatninger som en del av læringsprosessen»³ (2015)

Henriksen et al. (2015) har spurt over 5000 STEM (science, technology, engineering, mathematics)-studenter hva som motiverte dem til å velge sin studieretning. 21 % svarte at de ble inspirert av TV-program, mens 8 % svarte at de ble inspirert av populærvitenskapelige bøker og magasiner. Henriksen et al. skriver blant annet at:

Students in the pure science disciplines reported the highest degree of inspiration from popular science – perhaps a sign that there is an underexploited potential for displaying also the more applied disciplines through popular media? (2015, s. 215)

Bungum et al. (2012) finner også at studenter i høy grad motiveres av egen interesse og nysgjerrighet. De har kondensert fysikkstudenters begrunnelse for studieretning ned til fem hovedkategorier: «Inspirerende lærere og undervisning, fenomener som vekker interesse, egen nysgjerrighet, påvirkning fra familie og venner samt ulike medier hvor fysikktemaer tas opp, typisk *TV-programmer og populærvitenskapelige tidsskrifter*» (s. 7). Ogunsola-Bandele (1996) rapporterer at lav motivasjon for å lære matematikk påvirker studenters retningsvalg mot STEM i negativ retning.

Studieprogrammer innen STEM sliter fortsatt med sterke kjønnsroller og rekruttering av jenter (Skillingås, 2020; Henriksen et al., 2015). Hannula (2002) hevder at jenter har dårligere holdning til matematikk enn gutter. Phelps-Gregory et al. (2020) mener imidlertid at disse holdningene er sosialt betinget og at det er en myte at gutter har bedre anlegg for matematikk enn jenter.

³ Oversatt fra engelsk.

3 Metode

Hensikten med dette kapittelet er å gjøre rede for fremgangsmetode og forskningsdesign i studien. Det vil inkludere en kort redegjørelse av hvilket pedagogisk forskningsparadigme denne studien faller inn under; valg og begrunnelse av metoder for datainnsamling; hvordan jeg har bearbeidet og behandlet datamaterialet; en seksjon om reliabilitet/validitet og refleksjoner rundt forskningsetiske hensyn. Målet med dette kapittelet er å gi en beskrivelse av mine intensjoner sammen med en gjengivelse av forskningsdesign og forskningsprosess, slik at leseren får en mulighet til å bedømme studiens troverdighet.

3.1 Forskningsparadigme

Her vil jeg forsøke å kontekstualisere studien i et forskningsparadigme. Studien utforsker kunnskap om formidling. Særlig har jeg fokusert på ulike roller i direkte og indirekte kommunikasjon. Jeg retter søkelys på motivasjon og læring gjennom samhandling og deltakelse. Flere av virkemidlene jeg diskuterer i teorikapittelet, som entusiasme og dramatisering, har en språklig komponent, og jeg argumenterer for at læring foregår best når tilhøreren befinner seg i samtalens midtpunkt.

Kommunikasjon, deltakelse og språklig samhandling er sentrale elementer i Lev Vygotskys (1978) sosiokulturelle læringsteori. Han mener at læring er en sosial aktivitet som foregår mellom mennesker. Den er avhengig av språklig og fysisk samhandling og må tilpasses etter den lærendes allerede eksisterende kunnskapsnivå. Vygotskys sosiokulturelle læringsteori har vært toneangivende for styringsdokumentene i den norske skolen gjennom hele det 21. århundret (f.eks. Norges offentlige utredninger, 2003) og har vært ledende for mye av argumentasjonen bak denne studien. Når jeg spør om hvordan elevene kan involveres i kommunikasjonen i matematikklasserommet, tar jeg utgangspunkt i et sosiokulturelt læringssyn. Jeg går ut ifra at læring er en sosial prosess, betinget av språklig samhandling mellom elever, lærere og medelever. Når jeg diskuterer populærvitenskapelige grep og virkemidler, er det fordi de brukes for å opprette kontakt med tilhøreren. Det er derfor min oppfatning at denne studien og spørsmålene jeg stiller faller inn under et *sosiokulturelt forskningsparadigme*.

Målet med studien har ikke vært å generere noen absolutt sannhet. Kunnskapen og erfaringene jeg har søkt er av subjektiv art, og kan ikke beskrives gjennom histogrammer og tall. Jeg har derfor valgt en kvalitativ tilnærming for datainnsamling og påfølgende analyse. Ifølge Thagaard (2018) kjennetegnes en fenomenologisk tilnærming av at man utforsker meningen som personer tillegger sin erfaring av et fenomen, i dette tilfellet populærvitenskapelig formidling.

Studien kan også sies å ha en hermeneutisk tilnærming. Et sentralt hermeneutisk poeng er at selv om noen tolkninger er bedre enn andre, finnes det ikke nødvendigvis noen perfekt tolkning av et utsagn eller en hendelse (Brown, 1994). En del av utsagnene uttrykker informantenes tolkning av en hendelse eller et fenomen. Min tolkning av denne fortolkningen blir i hermeneutikken kalt for *fortolkning av andre grad* (Fangen, 2010; Thagaard, 2018). Min fortolkning skal videre tolkes av leseren. Informasjonen går gjennom mange ledd og det opprinnelige meningsinnholdet står i fare for å bli forringet. Leseren bes derfor å inneha et kritisk blikk og forståelse for eventuelle mistolkninger som kan ha oppstått underveis.

3.2 Forskningsdesign og valg av metoder

I denne seksjonen vil jeg fortelle om metodologien bak studien. Jeg diskuterer begrunnelse for valg av forskningsdesign og strategi for datainnsamling – det Kvale og Brinkmann (2017) kaller *metodologiens hva og hvorfor*.

Det overordnede målet for studien er å undersøke hva som kjennetegner populærvitenskapelig formidling, og hvilke grep og virkemidler som formidlere tar i bruk for å engasjere publikum. For å finne svar på studiens problemstilling har jeg valgt å gjennomføre semistrukturerte intervjuer med fire personer som er populærvitenskapelige formidlere og har førstehåndskunnskap om emnet. Kvale og Brinkmann (2017) beskriver et semistrukturert intervju som «en samtale som har en viss struktur og hensikt». Strukturen ligger her i en rekke hovedspørsmål som blir stilt til alle informantene. Hensikten med et intervju er «å frembringe kunnskap som er grundig utprøvd» (Kvale & Brinkmann, 2017, s. 23). Planleggingen, datainnsamlingen, gjennomføringen og analysen kan derfor kalles en form for kvalitativt forskningsintervju (Kvale & Brinkmann, 2017). Jeg har også analysert noen populærmatematiske medier produsert av informantene. Det inkluderer et utdrag fra TV-programmet *Siffer* (Holm-Glad et al., 2011), hvor Jo Røislien var programleder; et foredrag av Roger Antonsen (2015); og et blogginnlegg av Kathrine Frey Frøslie (2017). Dette er gjort i et forsøk på å distansere meg selv fra datamaterialet og styrke studiens reliabilitet.

Det er ikke veldig mange potensielle informanter som fyller kriteriene jeg har satt for intervjuene. En fordel med en kvalitativ tilnærming er at jeg får mye informasjon ut av hver informant og kan bruke god tid på å analysere hver enkelt transkripsjon. Informantene er allerede etablerte i norsk populærvitenskapelig sammenheng og alle har blitt intervjuet ved flere anledninger, det bidro til å gjøre gjennomføringen av intervjuene forutsigbar og tilsynelatende problemfri for begge parter. En ulempe ved denne kvalitative tilnærmingen er at det er vanskelig å generalisere på bakgrunn av kun fire intervjuer. Informantene kan være uenige med hverandre, eller uenige i det andre populærmatematiske formidlere eventuelt måtte mene om temaene som det blir spurt om. Et

kvalitativt fenomenologisk design forutsetter også flere ledd av tolkning, både av undertegnede og av den som leser denne studien, som ikke nødvendigvis alltid stemmer overens med det informanten har tenkt.

Teoriene jeg beskriver er innoen både deduktivt og induktivt forskningsdesign. Jeg tar utgangspunkt i en allerede etablert teori om audience design og anvender den på datamaterialet, et deduktivt design. Jeg har også tatt utgangspunkt i datamaterialet og dannet min egen modell som jeg har kalt for PGOV (figur 7, s. 40). Jeg mener at dette bidrar til å i større grad knytte datamaterialet opp mot teorien, samtidig som det danner en logisk og lesbar struktur for studien.

3.3 Gjennomføring

Planleggingen, innsamlingen og behandlingen av datamaterialet er faser i selve gjennomføringen av undersøkelsen. Det er dette Kvale og Brinkmann (2017) kaller for *metodologiens hvordan*. I denne seksjonen vil jeg beskrive prosessen i detalj.

3.3.1 Datainnsamling

Våren 2022 gjennomførte alle studentene ved grunnskolelærerstudiet på HVL en litteraturanalyse som skulle legge grunnlaget for masteroppgaven. Jeg brukte dette semesteret på å samle inn kilder omhandlende norsk populærvitenskap. I denne perioden hadde jeg også noen korte telefonsamtaler med Roger Antonsen og Kathrine Frey Frøslie. Senere spurte jeg dem via e-post om de kunne tenke seg å delta på et lengre intervju. Jeg spurte også Jo Røislien, min far Lars-André Tokheim, og én informant til som dessverre ikke hadde anledning til å delta. Kriteriene var at de skulle være vitenskapsformidlere aktive i Norge, og helst med både utdannelse og arbeidserfaring innen matematikk/naturvitenskap. Jeg endte opp med fire populærvitenskapelige formidlere innen fagfeltene prosesseteknologi, statistikk og informatikk:

1. *Lars-André Tokheim*, professor i prosesseteknologi ved Universitetet i Sørøst-Norge. Har skrevet populærvitenskapelige artikler og holdt en rekke populærvitenskapelige foredrag, særlig relatert til reduksjon av CO₂-utslipp.
2. *Jo Røislien*, professor i medisinsk statistikk ved Universitetet i Stavanger. Programleder, forfatter, manusforfatter, produsent og foredragsholder. Kanskje mest kjent som programleder for den populærmatematiske NRK-serien *Siffer* (Holm-Glad et al., 2011).
3. *Roger Antonsen*, førsteamanuensis ved institutt for informatikk ved Universitetet i Oslo. Forfatter, foredragsholder, kunstner og skribent. Har laget videoer og digitale kunstverk basert på matematiske mønstre og sammenhenger. Antonsens TED-foredrag (2015) har over 5 millioner avspillinger på YouTube og TED.com.

4. *Kathrine Frey Frøslie*, førsteamanuensis i biostatistikk ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Forfatter og foredragsholder. Har gjestet flere populærvitenskapelige program på TV og radio. Driver den populærvitenskapelige strikkebloggen, *Statistrikk*.

Alle informantene har doktorgrad og lang erfaring med vitenskapsformidling. Siden flere av informantene har spilt en viktig rolle i offentlig vitenskapskommunikasjon ønsket jeg å slippe anonymisering. Dette ble godkjent av NSD og var uproblematisk for alle informantene.

Intervjuene ble avtalt via e-post med hver enkelt informant ca. én uke i forveien, og gjennomført via videokonferanseverktøyet *Zoom*. Deltakerne fikk også tilsendt et informasjonsskriv om studien og rammene rundt deres deltagelse. Jeg tok opp intervjuene med Zooms innebygde opptaksfunksjon. Jeg gjorde også et ekstra sikkerhetsopptak med en mobil opptaksenhet ved siden av PC-en. Intervjuet bestod av 18 semistrukturerte spørsmål (vedlegg 3). Spørsmålene var ment å være åpne, men samtidig rettet mot problemstillingen. Frøslie fikk etter eget ønske tilsendt spørsmålene på forhånd, mens de andre fikk høre spørsmålene for første gang under intervjuet. Informantene svarte detaljert på alle spørsmål. Informantene fikk snakke og fundere fritt, noen ganger så fritt at de svarte på spørsmål før jeg hadde rukket å stille dem. Min tilstedeværelse ble dermed forholdsvis tilbaketrukket. Jeg tok kun ordet for å stille spørsmål eller for å kort vise min anerkjennelse. Varigheten på intervjuene varierte fra 30 til 90 minutter.

De populærmatematiske utdragene jeg har analysert ble trukket ut fordi jeg anser dem som gode eksempler på populærvitenskapelig formidlingspraksis. Blogginnelegget jeg har analysert (vedlegg 10) var dessuten et av flere innlegg som jeg fikk tilsendt av Frøslie på e-post.

3.3.2 Behandling av data

Lydopptakene har blitt oppbevart i en passordbeskyttet mappe i en SharePoint-konto tilknyttet min studentbruker på HVL. Opptakene ble transkribert ord for ord, i Microsoft Word. Jeg har brukt enkelte koder for å angi bestemte handlinger og hendelser:

[...] Journalistisk anmerkning, mumling eller annen bemerkning som ikke er gjengitt slik det ble sagt i intervjuet. Blir også brukt i analysen i deler med utelatte utsagn.

... Informanten utfører en handling, viser frem noe, flytter på kamera e.l.

kursiv Informanten legger trykk på et ord eller en setning.

Navn: Den andre personen tar ordet.

Jeg har fjernet 'fyllord', som «jo» og «liksom» som etter min vurdering ikke tilføyde noe betydningsfullt meningsinnhold. Jeg har også delt opp setningene mer enn slik det vanligvis

fremkommer i muntlig språk. Etter ønske kunne informantene få tilsendt transkripsjonen for sitatsjekk og ettersyn slik at de fikk anledning til å fjerne eller modifisere utsagn som de følte ikke var gjengitt korrekt. Svarene på spørsmålene står oppsummert i vedlegg 4. Jeg fikk også samlet inn mer informasjon enn jeg spurte etter. For å strukturere svarene konstruerte jeg derfor modellen som er gjengitt i figur 7, PGOV. Denne modellen, sammen med Bells (1984) kommunikasjonsmodell om audience design, danner utgangspunkt for analysen.

3.3.3 Analyseprosess

Med over fire timers lydopptak og 11 forskjellige kategorier for koding var det nødvendig å ta i bruk et spesialisert dataprogram for å skille ut relevante sitater. Jeg har derfor brukt det kvalitative analyseverktøyet *NVivo* til å kategorisere og strukturere opplysningene fra intervjumaterialet. Intervjumaterialet var på over 25000 ord. Derfor har det ikke vært rom for å gå i dybden på alt som ble sagt.

I *NVivo* opprettet jeg 11 forskjellige kategorier beskrevet i kapittel 4.1; avsender, mottaker, observatør, overhører og avlytter, og i kapittel 4.2; visualiseringer, entusiasme, dramatisering, eksempler fra virkeligheten, deltakelse, og valg av riktig medium. Jeg har markert utsagnene som etter min mening, sammenfaller med kategoriene slik de står beskrevet i kapittel 4.1 og 4.2. Kategoriene trekker ut noen av de mest interessante momentene og tegner paralleller mellom de forskjellige intervjuene. I analysekapittelet har jeg trukket ut representative eksempler på hver kode og drøftet dem. Hvis utdraget er på over 40 ord står det som eget avsnitt med innrykk på 0.5 cm. Hvis det er på under 40 ord innlemmes det i inneværende avsnitt, for eksempel slik: «De aller fleste klarer ikke å holde energien oppe når de sitter, men når de står da skjer det noe!» (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 36). Jeg gir deretter en kort oppsummering av utdraget og min tolkning av hva dette utsagnet betyr for forskningsspørsmålene i denne studien. Etter at datamaterialet var ferdig analysert, ble opptakene slettet fra alle enheter. Jeg har også brukt *NVivo* til å kode foredraget med Roger Antonsen (vedlegg 9).

3.4 Reliabilitet og validitet

I denne seksjonen vil jeg diskutere studiens pålitelighet/etterprøvbarehet og gyldighet. Studiens pålitelighet, eller *reliabilitet*, handler om hvorvidt en kan stole på dataene jeg har samlet inn og om de lar seg reprodusere (Christoffersen & Johannessen, 2018). Informantene jobber jevnlig med forskning og å skrive vitenskapelige artikler, hvilket innebærer vitenskapelig redelighet og etisk refleksjon. De har alle vært hjelpelige og entusiastiske når jeg har tatt kontakt. Det er ingen nærliggende grunn til å tro at noen skal ha oppgitt feilaktige opplysninger under intervjuene. Informantene er vant til å svare på vitenskapelige spørsmål og å formulere seg presist og utfyllende,

og de har fått anledning til å gjennomgå transkripsjonen for å ta tak i eventuelle unøyaktigheter. Jeg vil derfor vurdere påliteligheten i informantenes svar som god. En faktor som må tas i betraktning er at jeg har intervjuet min egen far. Jeg har et godt forhold til denne informanten og har hatt løpende kontakt med han i løpet av masterprosjektet. Han ønsker naturligvis at prosjektet skal gi meg tydelige resultater og at jeg skal få en god vurdering. Dette kan ha vært med på å påvirke svarene han har oppgitt, selv om jeg ikke har funnet noen indikasjoner på dette.

Svarenes etterprøvbarehet kan variere. Faktorer som tid, humør og digital tilstedeværelse kan påvirke hvordan informantene svarer. En ville kanskje ikke fått generert de samme svarene om intervjuet ble gjentatt med de samme informantene. Andre informanter ville gitt andre svar og belyst andre sider ved populærvitenskapelig formidling, som ikke nødvendigvis har kommet til uttrykk i denne studien. Det er vanskelig å replisere en kvalitativ studie, men det har heller ikke vært hensikten. Hensikten har vært å hente inn subjektive oppfatninger rundt populærvitenskapelig kommunikasjon hos erfarne vitenskapsformidlere. Rammeverkene som er tatt i bruk kan imidlertid anvendes på nytt. PGOV kan brukes i påfølgende studier for å intervju eller observere lærere, elever, eller andre populærvitenskapelige formidlere. Det er også derfor jeg har valgt å analysere populærvitenskapelige medier, med utgangspunkt i de grep og virkemidler som jeg har skilt ut fra intervjuene.

Studiens gyldighet, eller *validitet*, handler om hvorvidt metoden egner seg til å svare på forskningsspørsmålene som stilles (Christoffersen & Johannessen, 2018). Jeg har spurt om hvilke kommunikasjonsmønstre og grep og virkemidler som kan kjennes igjen hos populærvitenskapelige formidlere. Jeg har henvendt meg til populærvitenskapelige formidlere for å hente inn førstehåndskunnskap på deres ekspertiseområde. På denne måten får jeg hentet ut mer nyansert informasjon enn jeg ville gjort gjennom et spørreskjema eller en mer strukturert form for intervju. Jeg har også analysert noen eksempler hentet fra informantenes erfaring med populærvitenskapelige formidling. På denne måten får jeg en bredere vinkling på problemstillingen. Et alternativ kunne vært å observere informantene under et foredrag, en TV-innspilling eller lignende. Men dette ville vært vanskelig å gjennomføre med tanke på tidsmessige og geografiske begrensninger. Jeg får ikke svar på hvordan lærere eller elever tenker eller reagerer på formidlingsstrategier hentet fra populærvitenskapen. Men samlet sett er min vurdering at metoden treffer problemstillingen og at funnene gir et godt grunnlag for å svare på forskningsspørsmålene i kapittel 1.2.

3.5 Forskningsetiske hensyn

I denne seksjonen vil jeg diskutere forskningsetiske hensyn i forbindelse med denne studien. Som nevnt har informantene tidligere blitt intervjuet ved flere anledninger. Intervjuene foretatt i denne studien skiller seg ut, da min rolle ikke er å figurere som journalist, men som forsker. Jeg har et særlig ansvar for ikke å stille informantene i et dårlig lys og være oppmerksom på eventuell forskerbias og hvordan min egen rolle og tilstedeværelse kan påvirke hva som blir sagt under intervjuene.

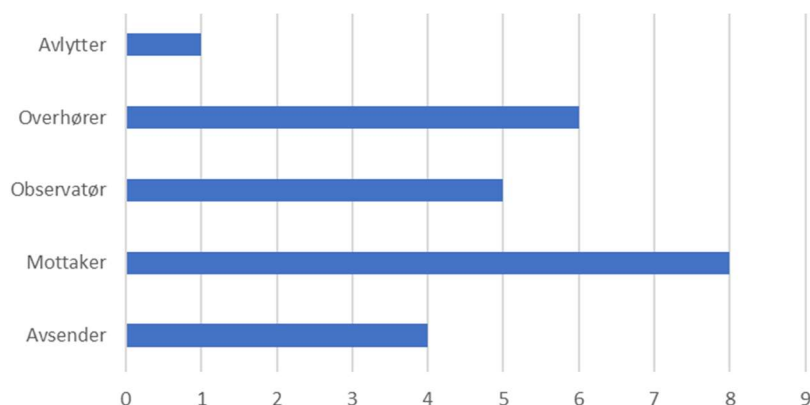
Informantene fikk i forkant av intervjuet tilsendt et informasjonsskriv om studien. De fikk vite at de når som helst kunne endre eller trekke tilbake sine utsagn eller trekke seg fra hele intervjuet uten noe krav om tidsfrist eller begrunnelse. Datamaterialet inneholder tanker om informantenes yrkesliv, både i akademisk og populærvitenskapelig sammenheng. Andre personer blir også nevnt. I sammenfatningen av analysen har det vært viktig at både dem og informantene ikke blir stilt i et dårlig lys. Noen av informantene er offentlige personer, derfor er det viktig at utsagnene deres ikke på noen måte oppleves som negative, nedsettende eller støtende. Jeg har unngått å spørre om sensitive temaer, som familiære tilknytninger, politisk overbevisning, etnisitet eller religion. Jeg har etter beste evne prøvd å formulere spørsmål som ikke virker ledende eller antydende. Spørsmålene kan leses i intervjuguiden (vedlegg 3). Det har ikke på noen måte vært et mål å bruke informantenes 'kjendisstatus' for å innynde meg selv, min egen status, eller leseverdigheten til denne studien. Prosjektet følger De nasjonale forskningsetiske komiteenes (2021) retningslinjer om hensyn til personer og er godkjent av NSD, norsk senter for forskningsdata (vedlegg 11).

4 Analyse

Målet med denne studien er å lære mer om populærvitenskapelig formidling og hvordan man kan anvende populærvitenskapelige grep og virkemidler i matematikkundervisningen. I dette kapitlet henter jeg derfor utdrag fra intervjuene og analyserer dem, først med utgangspunkt i Bells (1984) audience design og deretter med hensyn til ulike grep og virkemidler. I metodekapitlet beskriver jeg hvilke føringer som ligger bak kodingen i disse avsnittene. Hele datamaterialet danner grunnlaget for analysen. Her presenterer jeg noen eksempler som illustrerer de forskjellige kodene i datamaterialet. Dette kapitlet har en mer objektiv, beskrivende tone enn diskusjonskapitlet. I diskusjonen vil jeg forsøke å besvare forskningsspørsmålet og gå dypere inn i hvilke implikasjoner som funnene i analysen kan ha for matematikkundervisning på mellom- og ungdomstrinnet.

4.1 Resultat av kodingen

Resultatet fra kodingen kan leses av i figur 8 og 9, samt kodingstripene i vedlegg 5-8. Jeg fant 15-20 utdrag som passer inn i PGOV. Intervjuene var ikke rettet spesifikt mot Bells (1984) audience design, så det forekom færre koder i disse kategoriene. I TED-foredraget til Roger Antonsen (vedlegg 9) fant jeg dessuten 52 setninger som passet inn i kategoriene jeg konstruerte ut ifra intervjumaterialet.



Figur 8: Forekomst av koder fra audience design i intervjumaterialet.



Figur 9: Forekomst av koder fra PGOV i intervjumaterialet

4.2 Hva kjennetegner populærvitenskapelig kommunikasjon fra intervjuene?

Et av spørsmålene jeg stiller er hva som kjennetegner populærvitenskapelig kommunikasjon og hvordan populærvitenskapelige formidlere forholder seg til publikum, spesielt når de ikke nødvendigvis kan kommunisere med dem direkte. Bells (1984) kommunikasjonsmodell, audience design (figur 4), ligger til grunn for analysene og danner struktur for første del av analysekapitlet.

4.2.1 Avsender

Som tidligere nevnt er alle informantene aktive vitenskapsformidlere, både i og utenfor yrkessammenheng. Når de opptrer i en formidlingssituasjon blir de derfor som regel kategorisert som *avsendere*. Avsnitt fra intervjuene hvor informantene fokuserer på seg selv, deres anlegg, og evner, faller inn under denne betegnelsen. Her blir Roger Antonsen spurt om hvordan han har lært om kommunikasjon gjennom massemedia og hvilke grep man kan ta for å styrke sin egen formidling:

En [...] nyttig ting det er å se på seg selv på video eller høre på seg selv. For jeg tror vi har en sånn autodidaktisk del av hjernen – vi ser på oss selv også sier vi «det der var ikke bra» eller «sånn burde man ikke gjøre når man snakker med folk». Så jeg har lært mye sånn autodidaktisk, bare av å se på seg selv så tror jeg man lærer veldig mye. (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 40)

Her snakker Antonsen om å studere sin egen opptreden på video eller lydopptak. Dette er en situasjon som populærvitenskapelige formidlere ofte finner seg selv i, for eksempel i TV-opptredener som Siffer (Holm-Glad et al., 2011), radioprogram som EKKO (Garfjeld & Leine, 2011-nåtid), eller opptak av foredrag (Antonsen, 2015). Han mener at dette er en nyttig måte å reflektere rundt sin egen formidlingspraksis på og at det kan være med på å forsterke budskapet.

I et utdrag legger Jo Røislien særlig vekt på avsenderes rolle: «Jeg kan godt fortelle generelle triks som vi bruker, visualisering, eksperimentering, farger, eksempler. Men det er *ditt* klasserom. Det er viktig at du lager et opplegg som *du* kan bære» (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 48). Her lister Røislien opp noen av virkemidlene som jeg vil gå nærmere inn på senere. Poenget hans kan tolkes dithen at valg av grep og virkemidler er underordnet hvordan avsenderen velger å bruke dem. Det viktigste er ikke virkemidlene i seg selv, men at avsenderen opptrer komfortabelt, trygt og troverdig i det opplegget hun har valgt.

Å være oppmerksom på avsenderrollen handler om å studere sin egen formidlingspraksis, for eksempel gjennom å se seg selv på video. Denne forståelsen av formidlingsbegrepet, med fokus på avsenderen, er det Gudiksen (2005) kaller *transmisjon*. Da ligger ansvaret for at budskapets intensjon når mottakeren, hos avsenderen. I neste seksjon drøfter jeg noen eksempler på mottakerrollen og hvilke konsekvenser den kan ha for avsenderen.

4.2.2 Mottaker

Fokus på mottakeren handler om at avsenderen henvender seg til noen direkte. I en foredragssituasjon vil det for eksempel innebære spørsmål stilt av enkeltpersoner til stede i salen. Her blir Lars-André Tokheim spurt om hvordan han evaluerer foredragene sine og hvordan han vet hva publikum sitter igjen med av kunnskap i etterkant:

Det er litt vanskelig, men én måte kan være hvis det er en del spørsmål, enten underveis eller på slutten. Da kan det være et tegn på at de i hvert fall har fått med seg en del og ønsker å forstå litt mer av noen få ting som de har snappa opp. (Intervju med Lars-André Tokheim, avsnitt 26)

Spørsmål fra salen er med på å danne grunnlaget for evalueringen. Mottakerrollen er et viktig ledd i den summative vurderingen av en slik formidlingssituasjon. Når foredragsholderen skal besvare et slikt spørsmål oppstår det en slags hybridsituasjon. Foredragsholderen vil som regel svare den som stilte spørsmålet og tilpasse budskapet deretter, samtidig som svaret er rettet mot resten av publikum slik at de kan få svar på det samme. Mottakeren er derfor ikke bare viktig for å evaluere opplegget, hun blir også en plattform for å opprette en form for direkte kontakt med resten av publikum og å unngå et *canonical view*, der kun avsender er med på å legge føringene for innholdet (Meyers, 2003; Pilkington, 2018b). Foredragsholderen kan absolutt velge å ikke ta spørsmål fra salen, men da vil det oppstå et hull i Tabell 2 der mottakerrollen står oppført. Avsender risikerer å gå glipp av toveiskommunikasjonen, som er med på å koble avsender og hans budskap opp mot mottaker og følgelig, resten av publikum.

Å fokusere på mottakeren handler også i stor grad om å opprettholde kontakt gjennom tilpasning av rammefaktorer, som innholdets kompleksitet, valg av kommunikasjonsmedium og lokale for opptreden. Ideelt sett ønsker gjerne formidleren at alle som overværer en formidlingssituasjon skal oppleve seg selv som mottaker. Ifølge Bell (1984) vil det å oppholde seg nærmere samtalens midtpunkt kunne styrke mengden informasjon som når frem til lytteren. Her diskuterer Tokheim hvordan det samme budskapet må tilpasses for ulike mottakere.

Det personlig CO₂-fotavtryksforedraget, det har jeg hatt for både professorer og førsteamanuenser, og jeg har hatt det for ungdomsskoleelever. Og egentlig har jeg kunnet kjøre det med bare litte granne justering, for at også de som går på ungdomsskolen skal få utbytte av det. [...] Hvis det er litt vanskelig matte og fysikk, så blir det å legge mindre vekt på det. Når jeg holder et helt åpent foredrag hvor alle mulige slags folk kommer, så har jo ikke de noen forutsetninger for å skjønne mye matematikk og fysikk og sånn, så da må man bare legge det mye lengre ned. (Intervju med Lars-André Tokheim, avsnitt 38)

Tokheim snakker om å tilpasse nivået på bakgrunn av publikum sin forforståelse og forutsetninger for læring. For ungdomsskoleelever kan han ikke bruke et for teknisk språk og han må legge mindre vekt på vanskelige konsepter som krever for høy grad av forståelse. Formulering og overføring av budskapet ligger altså nære samtalens midtpunkt i populærvitenskapelig formidling. En tolkning av Tokheims utsagn er at han på forhånd eller underveis får dannet et bilde av på hvilket nivå publikum ligger, og at dette gir han et bedre grunnlag for å planlegge hvordan han vil formulere seg. I dette tilfellet betyr det at han må legge ned nivået for enkelte typer publikum.

Denne bevisstheten på overføringen fra avsender til mottaker er det Gudiksen (2005) kaller *utveksling og tolkning*. Avsenderen må hele tiden tilpasse den han sier så det på best mulig måte kan forstås av mottakeren. Men det finnes også en dimensjon ved kommunikasjonen mellom avsender og mottaker som ligger utenfor avsenderens kontroll. Kanskje mottakeren ikke stoler på at klimaendringer er menneskeskapte, og dermed har lav tiltro til at et personlig CO₂-fotavtrykk har noen effekt. Etter hvert som tilhøreren kanskje leser og lærer mer om klimaendringer kan dette inntrykket forandres og budskapet fra CO₂-fotavtrykksforedraget kan bli oppfattet annerledes. Denne tredje forståelsen av formidlingsbegrepet kalles derfor *forandring* (Gudiksen, 2005; Ridderstrøm et al., 2015). Selv om den ofte kan være utenfor avsenderens kontroll, ser denne forandringen ut til å være noe Tokheim er bevisst på når han formulerer, tilpasser og formidler sitt budskap.

Jo Røislien snakker om hvordan man kan opprette kontakt og holde på interessen hos mottakeren:

Poenget mitt er jo ikke å si alt jeg kan. Alt står på internett og kan fås kjøpt i en bok. Det er ikke det at den informasjonen jeg har er ny. Det er bare at jeg må få mottakeren til å ha lyst til å ta imot det og da må du våge å bruke ganske mye tid og det gjør vi jo på TV. [...] Det er noe med at man selv kan finne eksempler som er ok, og som kan ha resonans hos mottakeren. (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 30/36)

Først snakker Røislien om hvordan han må tilpasse og forme sitt budskap for å gjøre det interessant for mottakeren. Han snakker om valg av eksempler og medium og hevder at prosessen med å opprette kontakt med mottakeren er tidkrevende. Senere snakker han om resonans hos mottakeren, hvilket handler om hvordan mottakeren prosesserer innholdet. I de tre ovennevnte setningene mener jeg at Røislien er innom både transmisjon, utveksling/tolkning og forandring.

Roger Antonsen sier også at han bruker tid på å svare på spørsmål etter å ha holdt et foredrag: «ja, jeg er igjen etterpå for å snakke med publikum ofte, bare fordi jeg har tid og fordi det er gøy. Det er alltid noen som har spørsmål og noen sånne møter har vært helt eksepsjonelle» (Intervju med Roger

Antonsen, avsnitt 36). Dette viser at kontakt med publikum også har en egenverdi i seg selv. Det kan gi motivasjon og inspirasjon til avsender og være med på å forme fremtidige populærvitenskapelige opplegg.

The fictionalized reader, Viewer eller *Listener* blir ikke drøftet i intervjumaterialet. Men vi kan lese noen eksempler på hvordan mottakerrollen manifesterer seg i populærvitenskapelige medier i kapittel 4.3: *Analyse av transkripsjoner fra TV og internett*.

4.2.3 Observatør

En observatør er en som er både kjent og anerkjent av avsenderen. I populærvitenskapen vil det som oftest bety andre eksperter som også veksler på å innta en avsenderrolle. I intervjuet med Kathrine Frey Frøslie snakker hun om andre aktører hun har skrevet populærvitenskapelige blogginnlegg sammen med:

Også har jeg invitert inn gjestebloggere som kan noe om de temaene som jeg har lyst til å strikke noe om, men der jeg selv ikke er helt på hjemmebane. For eksempel så har jeg Tone Fredsvik Gregers som er vaksineforsker, hun har skrevet innlegg om vaksine, for det har vært såpass viktig for meg at det er riktig, at det ville jeg ikke skrive selv. Men selv så har jeg skrevet om statistikken i vaksineringsen og bivirkninger, det er greit. Så hadde jeg en student i forrige semester, som var gjesteblogger om kurset mitt. Og det var jo et lykketreff, for han var jo så entusiastisk. (Intervju med Kathrine Frey Frøslie, avsnitt 20)

Frøslie har invitert en vaksineforsker for å sikre at vaksinetemaet blir belyst uten noen faktafeil eller tvetydigheter. Når gjestebloggeren skriver blir Frøslie observatør og tar ikke aktivt del i selve innlegget, annet enn gjennom en kort presentasjon. I observatørrollen blir Frøslie en tilskuer. Her er det ikke observatøren Frøslie som avsenderens (Gregers) budskap først og fremst er rettet mot. Observatøren er til stede for å støtte opp under budskapet, styrke troverdigheten og flerstemmigheten som det er ønskelig at mottakeren skal erfare. Observatøren opptrer sjelden samtidig med avsenderen. Det bør være tydelig for mottakeren hvem som skriver eller snakker. Hvis Frøslie og Gregers hadde skrevet om hverandre ville det vært vanskelig for mottakeren å skille mellom deres roller og tilhørende autoritet, i så fall ville hensikten med å hente inn en tredjeperson og spisskompetanse forsvinne. Frøslie skriver også at en av hennes studenter ble hyret inn som gjesteblogger. Når Frøslie begynner et innlegg med å presentere en gjesteblogger endrer hun rolle fra avsender til observatør og gjestebloggeren vice versa. Her demonstrerer Frøslie for sine studenter, og for så vidt øvrige mottakere, at det er mulig å tre inn i en høyere rolle som ligger nærmere samtalens midtpunkt.

4.2.4 Overhører

Overhørerne er kjent av avsenderen, men førstnevnte blir ikke anerkjent som sentrale aktører i samtalen og får heller ingen direkte henvendelser. De befinner seg lengre fra samtalens midtpunkt, men de kan gjerne ha et ønske om å komme nærmere. En utfordring er at det ikke foregår noen form for direkte kommunikasjon med avsenderen, derfor blir det vanskelig å tilpasse seg denne gruppen, dette gjelder både deres forståelse av tema, humør, forventninger og potensielle spørsmål. Her snakker Roger Antonsen om det å lese et helt rom når man ikke henvender seg til dem direkte:

[...] det er noe med det å være i et rom med folk. Du føler på stemningen. Så jeg har vært i et rom der det er helt dødt. Og da er det en utfordring å få det engasjementet inn og få folk investert i det du sier. Det er mange triks jeg har funnet ut av selv, for å hekte folk på kroken. Det å overraske og gjøre noe uventet, noe som er veldig aktuelt, som alle går og tenker på, eller finne den elefanten i rommet som ingen tør å snakke om. (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 34)

Roger Antonsen gir uttrykk for at han har noen triks for å hekte folk på kroken. Han beskriver grep som overraskende vendinger i foredraget, samt dagsaktuelle eller kontroversielle temaer. På denne måten forsøker han å trekke dem nærmere inn mot samtalens midtpunkt. Å bryte med forventningene hos overhørerne, gjennom kontroversielle eller overraskende tema, kan skjerpe oppmerksomheten hos lytteren. Inntrykket de får av avsender og hans budskap kan bryte med det de opprinnelig hadde sett for seg. Overhøreren blir derfor investert i det avsenderen sier, uten å nødvendigvis aktivt delta i samtalen. Dagsaktuelle temaer speiler som regel publikum sine personlige erfaringer, være seg mottaker, observatør eller overhører. Når Antonsen fletter inn dagsaktuelle temaer, får publikum en felles identitet som tilhørere til et tema som er kjent for alle. Dette kan derfor anses som nok et grep for å trekke overhørerne nærmere inn mot samtalens midtpunkt.

Noen ganger i populærvitenskapelig sammenheng, foreligger det *ingen* kontakt med publikum og ingen markører å tilpasse seg etter:

Du har ingen feedback i det hele tatt. Det eneste du har er menneskene rundt deg som du må stole på underveis. Så derfor er det å finne de rette menneskene, de som skal komme opp med idéene [viktig]. Er dette folk vi tror klarer å generere gøyale idéer? Da må du finne folk som har laget gode idéer før da i hvert fall. (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 34)

Jo Røislien snakker her om planleggingsfasen i et TV-program. Når Røislien snakker om *menneskene rundt*, refererer han til manusforfattere, journalister, produsenter, regissører, fotografer, klippere og så videre. Deres rolle ligner på den som en observatør har. Røislien, i rollen som avsender, konfererer og diskuterer med menneskene rundt før og etter selve presentasjonen, og de blir som

regel anerkjent gjennom rulleteksten og introsekvensen til det aktuelle programmet. Men de er ikke en synlig del av samtalen eller formidlingsprosessen – publikum blir ikke aktivt gjort oppmerksomme på deres tilstedeværelse. Denne gruppen vikarierer for overhørerne, og deres profesjonelle mening og feedback blir erstatning for slik man tenker at øvrige overhørere kan finne på å reagere på innholdet. Jeg har selv vært med i fokusgruppen til en NRK-produksjon og prosessen er ganske lik: man blir presentert noen av idéene bak produksjonen og blir bedt om å gi en utfyllende, konstruktiv tilbakemelding, kanskje med forslag til alternative idéer og løsninger. Fokusgruppen utgjør et utvalg som ideelt sett skal kunne forutse hvordan øvrige overhørere vil oppleve innholdet.

4.2.5 Avlytter

Avlyttergruppen identifiserer seg ikke med innholdet i det som blir formidlet. De blir enten vitne til en populærvitenskapelig opptreden tilfeldig, ved uhell eller mot sin egen vilje. Innholdet er ikke godt tilpasset denne gruppens forforståelse, engasjement eller sosiale tilhørighet. Avlytterne har lave forutsetninger for å lære noe og det er generelt ikke ønskelig at publikum skal oppleve seg selv som avlyttere, hvilket er lengst mulig vekk fra samtals midtpunkt.

Et eksempel på avlyttergruppen hentet fra intervjuene, er denne interaksjonen som Antonsen beskriver fra en gang han holdt et foredrag for en klasse på en videregående skole:

[...] det var én klasse som var så ufattelig uinteressert i det jeg snakket om, og de satt alle på bakerste rad i et kjempestort auditorium og kommenterte underveis. Jeg var sånn glad og «dette er det mest spennende som finnes» og så hører jeg fra bakerste rad, «nei, dette er bare dødskjedelig». Det var sukk og stønn hele tiden, så der måtte jeg jobbe, det var motstrøms. (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 52)

Antonsen beskriver en klasse med lav interesse av å høre på innholdet. De opplever neppe seg selv som del av den matematiske samtalen. En av elevene kommuniserer faktisk med avsender og gir sin tilbakemelding, men den virker lite konstruktiv og ikke rettet mot det faglige innholdet. Det er sannsynligvis vanskelig for Antonsen å bruke en slik tilbakemelding som grunnlag for å fortsette samtalen. Avlytterne sitter på bakerste rad i et stort auditorium og det er antageligvis vanskelig å opprette en form for direkte eller indirekte samtale med denne gruppen.

4.3 Eksempler på grep og virkemidler fra intervjuene

Her vil jeg analysere noen populærvitenskapelige grep og virkemidler som jeg har kategorisert basert på intervjumaterialet. Basert på analysen har jeg skilt ut seks ulike kategorier: entusiasme, dramatisering, visualiseringer, eksempler fra virkeligheten, deltakelse fra publikum, og riktig bruk av ulike medier. Disse kategoriene og rekkefølgen på dem angir strukturen på dette delkapittelet.

4.3.1 Visualiseringer

Alle de fire informantene snakker flere ganger om bruk av visualisering. Her snakker Lars-André Tokheim og Jo Røislien om det å ta i bruk visualiseringer:

[...] hvis det skal være noe populærvitenskapelig så tenker jeg «hva er det folk kan forstå på en relativt grei måte» så da gjelder det å framstille det enklest mulig, for eksempel med grafiske framstillinger og sånne ting, selv om det ligger kompliserte beregninger bak. (Intervju med Lars-André Tokheim, avsnitt 22)

Nå sitter du her og spiser middag på kafé. Og det du har er tallerken, kniv, gaffel, og et eller annet å drikke av. Du må forklare doktorgraden din med *dette*! Det er det du har. Du drikker øl med noen venner, du har en øl, og du har chilinøtter og to coasters – forklar doktorgraden din. (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 12)

Både Tokheim og Røislien understreker betydningen av å gjøre det enkelt. Informantene foreslår å bruke grafiske framstillinger eller konkrete til å dekomponere og forenkle kompliserte matematiske konsepter. Målet blir å gjøre stoffet mer tilgjengelig for tilhøreren. Når tema blir presentert både muntlig og gjennom avbildninger eller konkrete, kan det bidra til å tydeliggjøre hva avsenderen snakker om. Kanskje tilhøreren har manglende kjennskap til noen av begrepene eller figurene som blir presentert. Flere måter å presentere stoffet på gir mottakeren flere muligheter til å forstå innholdet. Det Tokheim og Røislien sier her er altså i tråd med det som står i LK20 om kjerneelementet *Representasjon og kommunikasjon* (Udir, 2017b).

Visualiseringer kan også ha en ren estetisk dimensjon som gjør stoffet lettere å huske (Chang et al., 2018). Her snakker for eksempel Kathrine Frey Frøslie om et skjerf som skulle illustrere statistikken bak akutte keisersnitt:

Også har jeg liggende et skjerf som jeg ennå ikke har blogget om, [...] et skjerf som illustrerer en studie om forskjellige retningslinjer for fremgang under fødsel, for å se om nye retningslinjer for jordmødre kunne forhindre en del akutte keisersnitt, og det gjorde det ikke. Så da strikka jeg et langt skjerf som viste alle som ikke fikk akutt keisersnitt med de *gamle* retningslinjene, og alle som ikke fikk akutt keisersnitt med de *nye* retningslinjene, også den lille biten som var de akutte keisersnittene, en liten sånn blokk helt nederst på skjerfet. Og det ble en veldig fin vitenskapelig artikkel og veldig fin forskning. (Intervju med Kathrine Frey Frøslie, avsnitt 28)

Jo Røislien har også mer å si om visualiseringer. I dette utdraget trekker han blant annet noen paralleller mellom populærkultur og populærvitenskap:

Så koblet vi det sammen med en regissør som var musikkvideoregissør. Han bodde i London og lagde egentlig musikkvideoer for store popstjerner. Så min praktiske tilnærming [...] ble koblet opp mot store, flotte visuelle bilder, som kunne vært i en musikkvideo, som gjorde at TV-serien [Siffer] fikk det schwunget som den fikk. [...] Den ble designet så spektakulært at folk ville se på det, samme hva det handlet om. (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 12/18)

Både Frøslie og Røislien snakker om å gjøre det vitenskapelige innholdet estetisk og lett å huske, med teknikker som strikking og musikkvideoproduksjon. Røislien snakker også om kontrasten mellom det nære og intime og det store og episke – et grep som ble brukt flittig, for eksempel i krimdramaserien *True Detective* (Pizzolatto et al., 2014-2019), så vel som i populærmusikk under den samme tidsperioden. Røislien understreker også viktigheten av å holde seg oppdatert på slike populærkulturelle virkemidler. Denne sterke kontrasten mellom lite og stort, mellom ekspressivt og dempet, mellom intimt og episk, fungerte kanskje godt i 2014, men det er ikke sikkert at det vil fungere like godt i dag. En risikerer at noen virkemidler blir ansett som banale eller avleggse. I populærvitenskapen er det derfor viktig å holde seg oppdatert på hvilke grep og virkemidler som appellerer til publikum, skal man ikke fremstå som utdatert og uinteressant.

Roger Antonsen sier litt om hvordan man kan bruke programmeringsverktøy til å visualisere matematiske konsepter, og hvordan det har støttet ham i hans populærmatematiske formidling:

Helt personlig, hva jeg har tatt med meg av skillsets fra det å holde foredrag, av ferdigheter som jeg ikke hadde hatt ellers, det er nok det å ta noe og visualisere det og gjøre det veldig spennende og interaktivt. Jeg hadde en periode da jeg til hvert foredrag bestemte meg for å lage en ny visualisering og programmere. Det jeg gjør ofte er å programmere noe, det kan være noe som beveger seg, det kan være en simulering, det kan være et statisk bilde som illustrerer en ting. Jeg hadde som prinsipp at jeg skulle ha med meg en ny visualisering hver eneste gang jeg holdt foredrag. Og til slutt så hadde jeg hundrevis av sånne ting. Som for eksempel, hvordan ser desimalene i pi ut? Hvis du gjør om hvert siffer til en farge, så får du et fargekart. Og det ble en del av det faste repertoaret, for da kan man si ting som: «det er ingen som vet om det er like mye rødt som grønt i dette bildet» og visualiseringer av kalendere og datoer og ... det finnes ingen grense for hva man kan visualisere. (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 52)

Antonsen har opparbeidet seg et repertoar av visualiseringer han kan bruke til å belyse matematiske temaer på forskjellige måter. Antonsens nettside stiller ut disse visualiseringene og kan nesten anses som et lite, digitalt, matematisk museum. Antonsen bruker farger som et sentralt virkemiddel for å visualisere desimalene i pi. Dette stemmer overens med Chang et al. (2018), som finner at ulike farger kan bidra til å skjerpe fokus, stimulere hukommelse og motvirke kjedsomhet hos mottakeren.

Visualiseringene får både en pedagogisk og estetisk dimensjon som kan bidra til å engasjere og aktivere publikum⁴. Visualiseringer har tilsynelatende et potensial for å vekke en entusiasme hos både lærere og elever. I neste seksjon tar jeg en nærmere titt på hva informantene sier om entusiastisk formidling.

4.3.2 Entusiasme

Entusiastisk formidling er også med på å engasjere publikum og holde på interessen. Alle informantene snakker om viktigheten av å være bevisst på holdning, kroppsspråk og stemmebruk:

[...] vi fikk drilling i hvordan du skal både strukturere et foredrag for å gjøre det interessant for publikum, for å holde på interessen, eller for å få interessen først og klare å holde på den, og i tillegg strukturen på sånne ting. Og også hvordan du «oppfører deg», med stemmebruk og kroppsspråk og alt det publikum opplever når du holder et foredrag. (Intervju med Lars-André Tokheim, avsnitt 32)

[...] den ene regissøren jeg jobbet med var sterk motstander av å sitte ned og snakke med intervjuobjekter. Det som skjer da er at energien i programmet bare setter seg. Proffe programledere klarer å sitte og holde energien oppe, men de heter Lindmo og Jon Almaas og diverse. De aller fleste klarer ikke å holde energien oppe når de sitter, men når de står da skjer det noe! (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 36)

Kathrine Frey Frøslie snakker også om dette: «[...] skal du filme så må du være veldig tydelig, kroppsspråket må være tydelig. Skal du snakke på radio må du være ganske presis og konsis» (Intervju med Kathrine Frey Frøslie, avsnitt 30). Målet med entusiastisk formidling ser ut til å være mye det samme som med å bruke visualiseringer, å fange motivasjon, interesse og engasjement. Forskjellen er at fokus ligger på avsenderen og hennes utstråling, heller enn på store bilder og fargerike fremstillinger. Entusiasme smitter over på publikum, derfor er det viktig å vise at man selv er interessert i det man snakker om. Hvis ikke avsenderen ser ut til å være engasjert, hvorfor skal mottakeren være det? Samtidig er det viktig at det ikke blir for mye volum og vigør, Antonsen beskriver det slik:

[...] når du holder foredrag så er intensitetsnivået på 110 hele tiden. Men hvis du klarer å slappe av litt innimellom, du går ned i intensitet, bygger det på en måte opp ganske sånn bevisst, så kan det bli et mye bedre foredrag. Så da lærte jeg egentlig litt mer av det. Kanskje man går ut med et bang da, 110 prosent, så roer man det heller ned, så bygger man det sakte opp igjen. En sånn

⁴ På nettsiden til Antonsen finnes noen av disse visualiseringene han har laget: <https://rantonse.no/en/art>.

type visualisering av foredraget har jeg gjort litt, det er jeg litt bevisst på når jeg snakker. (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 38)

Han foreslår å bruke entusiasme som et dynamisk virkemiddel. Ved å variere intensiteten, kan man tegne en spenningskurve som lader opp til sentrale poeng og 'punch lines'. Samtidig er det viktig at den entusiasmen man uttrykker er genuin og ikke påtvunget: «Det å stå og fake entusiasme, det gjennomskuer folk altså. Ta heller å snakk om noe du synes er kult [...] selv de mest nerdete ting går det an å gjøre, så lenge du gjør det med hjertet.» (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 48). På informantene virker det som om dramatisering og historiefortelling kan være en måte å overbringe denne entusiasmen til publikum.

4.3.3 Dramatisering

Dramatisering og historiefortelling kan være en strategi for å gjengi faglig stoff på en mer tilgjengelig måte (Pilkington, 2018b; Svensen, 2012). Å bruke teknikker fra skuespillerverden og formidle abstrakte matematiske konsepter gjennom historier og hendelsesforløp blir anbefalt flere ganger i intervjuene. Her snakker Antonsen om hvor mye han har lært av å jobbe med teatersport:

[...] å jobbe med teatersport og teaterimprov, det er sykt nyttig. For det første blir du veldig klar over hvordan du fremstår for andre, for det trenger ikke nødvendigvis å være sånn som du tror du fremstår. Også lærer du å lytte til andre og ta imot signaler. Når du gjør teatersport, er du nødt til å være oppmerksom på hva folk holder på med og hva folk sier. (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 40)

Antonsen ser ut til å mene at teatersport og teaterimprov har gjort ham til en bedre formidler. Han poengterer flere sider ved samspelet i teatersport og teaterimprov som tilsynelatende kan være nyttige for lærere og andre formidlere. Senere snakker han om ulike roller man kan ta som formidler: «Det kan være en klovnerolle, det kan være en seriøs forskerrolle, det kan være en sånn filosofrolle» (avsnitt 36). Poenget hans kan være at man gjerne tilpasser rollen sin etter publikum og at det å holde foredrag i seg selv er som en form for skuespill. Det går også an å bruke profesjonelle skuespillere i populærvitenskapelig sammenheng. Jo Røislien forteller at skoleelever gjerne sliter med å forstå hvorfor samfunnet trenger penger og ikke bare benytter en form for naturalhusholdning, eller bytteøkonomi. Røislien og teamet hans satte derfor opp følgende eksperiment:

Så tok vi en skuespiller, og sendte han ut på byen i Oslo og prøvde å få han til å bytte til seg ting. Tok blant annet med seg en lama og prøvde å bytte til seg en sykkel, som vi filmet. Det ser helt

latterlig ut å komme med en lama på en sykkelbutikk, det bare er ikke sjans. Du kan prøve å kjøpe deg en taxitur med en lampe, det er klart det går ikke. (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 46)

Her kommer klovnerollen som Antonsen nevner, til uttrykk. Skuespilleren er med på å forsterke det humoristiske oppsynet av noen som forsøker å bytte til seg en sykkel mot en lama. Situasjonen er komisk og minneverdig, men gir også et godt svar på det seriøse spørsmålet «hvorfors trenger egentlig samfunnet penger som byttemiddel?».

I likhet med visualisering og entusiastisk formidling utgjør dramatisering og historiefortelling én av flere teknikker, som gjør stoffet enklere å huske eller lettere å forstå for leseren. Her snakker Antonsen om fordeler ved å fremstille matematikk på ulike måter:

Du forteller den samme historien, mange ganger, med forskjellige ord og forskjellige metaforer og med forskjellige bilder, så hekter du flere på kroken. Snakker du om algebra vil noen gjerne se likningen, mens andre vil heller høre en historie om penger. Så vi har forskjellige ting vi blir hekta på. Snakker du om musikk så blir de sånn «wow, nå skjønner jeg hva du mener når du forklarer det med musikk». Så det er et triks. (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 34)

Antonsen hevder at noen lærer best av å studere en likning, mens andre foretrekker å høre en historie om penger, for å forstå konseptene bak algebra. Dramatisering og historiefortelling, som redskaper for formidling, kan være nyttig, og kanskje også nødvendig for enkelte tilhørere. Antonsen nevner også bruk av ulike metaforer. Flere studier fremholder verdien av å bruke metaforer til å forklare matematiske konsepter (Lakoff, & Johnson, 2003; Núñez & Lakoff, 2000; Webb et al., 2008). Antonsen kan tolkes som at det uansett vil være nyttig å disponere flere måter å lære bort det samme konseptet på. Historier man forteller eller spiller ut kan være fiktive eller hentet fra virkeligheten (Nielsen et al., 2015). Eksempler fra virkeligheten blir nevnt såpass ofte at jeg har skilt det ut som et eget virkemiddel.

4.3.4 Eksempler fra virkeligheten

Eksempler fra virkeligheten går igjen flere ganger i intervjumaterialet, som i dette utsagnet fra Jo Røislien: «det ble på en måte grunnlaget for det vi skalerte opp på TV, dette å ta tak i verden og bruke verden. Som et levende sted hvor man bruker props [konkreter] i virkeligheten» (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 12). Det later til at den virkelige verden og konkreter fra virkeligheten har dannet selve grunnlaget for TV-produksjoner Røislien har vært med på å lage. Her går han nærmere inn på et slikt eksempel:

Så jeg har nok blitt flink og veldig opptatt av å samle gode eksempler hvor matematikk og statistikk brukes på litt uventet vis for å få folk med meg. Og hvis jeg er heldig, så kan jeg bruke et

kult eksempel, dra dem ned i matematikken, så kan vi gå opp igjen et annet sted. Jeg gikk inn med vaskemiddelet som vi vasker utrykningskjøretøyene, med, for det er så mye blod, det er et litt sterkt vaskemiddel. Så begynner vi der, så drar vi oss ned i matematikken, også lærer vi bort det, før vi går opp igjen i andre sida på superledere og svevende metallobjekter i fysikken. Da går det an å vise matematikkens generalitet. Men du kan ikke begynne der, jeg gjør i hvert fall ikke det. (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 20)

Røislien jobber som professor i medisinsk statistikk. Her forteller han om et eksempel med anvendelse av sterkt vaskemiddel på blodige ambulanser, som han bruker for å forklare fysikk til sine studenter. Ambulanser smurt inn med blod er et dramatisk, oppsiktsvekkende eksempel, som sannsynligvis bidrar til å motivere og fange oppmerksomheten hos publikum. Her er et annet utsagn fra Røislien om å ta i bruk den virkelige verden:

Skal vi snakke om fraktaler, så kan vi ikke ta en Mandelbrot-mengde på en dataskjerm. Nei, da må vi gå hjem i kjøleskapet også må vi hente blomkål. Så vil vi filme at vi åpner kjøleskapet og tar ut blomkål. Nå har fraktaler blitt noe du kan se, det er reelt. Vi kan rusle ut i skogen og se noen bregner, det er også fint. Og *nå* kan jeg sikkert gå tilbake til Mandelbrot-mengden på skjermen. (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 28)

Røislien fremhever verdien av å hente eksempler fra virkeligheten. Det Røislien beskriver er en form for induktiv tilnærming – han begynner i den virkelige verden og bruker den som fundament for å generalisere og beskrive en teori. Røislien sier at han ikke ønsker å begynne med generaliteter. Det kan tolkes som at han mener det er bedre å ta utgangspunkt i konkrete, spesielle tilfeller og generalisere ut ifra dem. Alternativet ville vært en deduktiv tilnærming, hvor man først lærer om abstrakte Mandelbrot-mengder eller superledere, og senere blir introdusert for konkrete eksempler, som blomkål, bregner og blodige ambulanser. Kathrine Frey Frøslie diskuterer det å veksle mellom abstrakte tall og statistiske data fra den virkelige verden:

[...] i anvendt statistikk, sånn som jeg holder på med så er det den stadige vekslinga mellom det å ta virkeligheten og oversette virkeligheten til tall og regne på de tallene, og da befinner du deg i matematikkuniversitet, men innenfor de matematikkmetodene som er relevante for statistikkfaget. Og så skal du ta alt du har regnet deg frem til og oversette det tilbake til virkeligheten. Du tolker det og setter det i kontekst. Og det oppfatter jeg at mange av mine studenter synes er en utfordring – å veksle frem og tilbake mellom disse. (Intervju med Kathrine Frey Frøslie, avsnitt 12)

Hun forteller at i statistikkfaget bruker man hele tiden data fra virkeligheten og oversetter dem til tall. Hun gir uttrykk for at studentene strever med overgangen fra tall til virkelighet, fra teori til empiri. Dette bærer preg av den samme, induktive fremgangsmetoden som Røislien bruker når han forteller om superledere ved å referere til blodige ambulanser og sterkt vaskemiddel.

Roger Antonsen nevner også en erfaring fra virkeligheten som han har matematisert:

En gang kjørte jeg bil i California forbi sånne vinranker. Og det som er interessant med sånne vinranker er at de er satt opp i et helt perfekt rektangulært mønster. Så du har en pinne som står i bakken også har du en pinne nøyaktig én meter fra den i nord, sør, øst og vest retning. Så du har et rektangulært gitter. Og når du kjører forbi dette gitteret, så ser du disse linjene, men ikke bare det, du ser linjer på skrå og du ser linjer perpendikulært av den veien du kjører. Du ser også linjer 45 grader opp og 45 grader ned og halvparten av de igjen og halvparten av de igjen og du ser tredjedelene og fjerdedelene om hverandre. (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 52)

Antonsen skildrer en biltur hvor han observerte vinranker som dannet et geometrisk mønster som endret seg idet han kjørte forbi. Disse mønstrene var kun synlig når observatøren var i bevegelse. Senere forteller Antonsen at han har programmert en visualisering av dette som han bruker av og til når han holder foredrag. En visualisering kan gjøre det enklere å vise frem denne geometriske sammenhengen til et publikum, tydeligere enn man kunne gjort for eksempel med et bilde. Jo Røislien snakker også om hvordan man kan bruke eksempler fra virkeligheten til å involvere publikum:

[...] det å forankre stoffet og få dem til å bry seg, det er det det alltid handler om, spørsmålet er hva du må gjøre for å få dem til å bry seg. Og vi har tatt noen grep – sette [matematikken] i virkeligheten, eksemplifisere med brannbiler eller badeender, for å få folk til å ta på det. (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 38)

Røislien sier at populærvitenskapelig formidling handler om å få folk til å *bry seg*. Han sier også at det er et mål at folk skal kunne *ta på stoffet*. Det kan tolkes som at eksempler fra virkeligheten har potensial til å trekke tilhøreren inn i teorien. Det kan også tolkes som at eksempler hentet fra den virkelige verden faciliterer fysisk deltakelse hos tilhøreren.

4.3.5 Deltakelse

Som nevnt handler deltakelse om å aktivt involvere mottakeren i det avsenderen sier. Det kan innebære matematiske eksperimenter, kreative prosesser, diskusjoner med publikum i plenum, oppgaver som krever problemløsning, prøving og feiling. Roger Antonsen snakker om deltakelse gjennom kreative prosesser:

Når det gjelder formidling og en del andre ting, har jeg arbeidet med å lage et maker space ved Universitetet i Oslo som heter *Åpen sone for eksperimentell informatikk*. Der kan man utforske mer fysisk programmering, gjøre ting med hendene, bygge ting, lage ting og være kreativ på andre måter enn bare å sitte og programmere. (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 16)

Antonsen snakker om å legge til rette for kreativt, eksperimenterende arbeid i matematikken. I dette tilfelle på et universitet, men senere i intervjuet foreslår Antonsen at *maker spaces* også burde være tilgjengelig for elever på barne-, mellom- og ungdomsskoletrinnet. Antonsen sier at han anser dette engasjementet som en del av hans formidlingsarbeid. Det kan tolkes som at formidling ikke nødvendigvis trenger å innebære en form for presentasjon. Formidling kan også gå ut på å fremskaffe nødvendige læringsmidler og fasilitere skapende og kreativ aktivitet. En kan argumentere for at dette er en mer demokratisk måte å legge opp undervisningen på, i tråd med anbefalinger fra Breiviga et al. (2019) og Hope et al. (2017). Her forteller også Røislien litt om hvordan han legger opp til deltakelse blant studentene i sine forelesninger:

[...] i stedet for å slenge opp likningen for gjennomsnitt på tavla og viser hvordan man lager et histogram tar jeg heller med meg appelsiner. Så deler jeg ut en appelsin til alle studentene som sitter der, og så veier vi appelsinene. Da har du 38 målinger av appelsinvekt, hva veier en appelsin? Så får vi diskusjon rundt – hva velger vi nå, den i midten, går det an å regne ut noe bedre? Så skreller vi dem og tar tida på hvor lang tid det tar å skrelle dem. Og mens vekt gjerne er normalfordelt så er tid skjevfordelt, og det er et sånt klassisk matematisk resultat, som betyr at du får en vurdering fra studentene: 'Ok, så symmetrisk og skjevt betyr at gjennomsnittet peker et ulikt sted, så da må man kanskje gjøre ulike ting. (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 18)

Røislien skildrer et opplegg hvor han involverer studentene. De lærer forskjellen på normalfordeling og skjevfordeling ved å veie og skrelle appelsiner. Her får studentene koblet den statistiske teorien opp mot eksempler hentet fra virkeligheten. Tidligere hevder Røislien at det tar ganske lang tid før man innfører tall og likninger for eksempel i fysikk: «Når er det da? Når en er 17 år gammel og går på andre klasse videregående, før det er det bare eksperimenter og gøyale ting som skjer, og forklaringer, da ser vi matematikken» (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 18). Det kan tolkes som at Røislien er mer opptatt av å motivere studentene, gjennom å fysisk vise frem de matematiske sammenhengene, enn å regne og generalisere. Studentene bør kanskje vite hva det vil si at noe er normalfordelt, før de begynner å regne ut standardavvik, varians og forventningsverdi.

Appelsinopplegget er opprinnelig utviklet av Kathrine Frey Frøslie, som har brukt det i en rekke ulike pedagogiske sammenhenger, med stor suksess. På sin populærvitenskapelige strikkeblogg,

Statistikk (2016), beskriver Frøslie blant annet hvordan opplegget kan anvendes på småskoletrinnet. I intervjuet forteller Frøslie også om et annet deltakende opplegg hun har gjennomført på bloggen:

Også hadde jeg et stort opplegg i jula da jeg hadde såkalt samstrikk av R-tallveske. Det var et bloggopplegg da de som følger bloggen kunne være med og strikke i samtid. Da strikker jeg og så legger jeg ut en bit av oppskrifter, og så legger jeg ut litt småpjatt innimellom, bare så det skal virke som jeg deler litt personlige ting. Det er jo litt av konseptet bak en blogg – at du skal være litt personlig. (Intervju med Kathrine Frey Frøslie, avsnitt 16)

Dette samstrikkopplegget kan ligne på appelsinopplegget. En viktig forskjell er publikum sin motivasjon for å være til stede – Røslie og Frøslies studenter skal vurderes i emnet og karakteren vil være med på å forme deres fremtidige karrieremuligheter, strikking er derimot en rekreasjonell og avkoblende aktivitet. Likevel legger begge opp til læring av statistikk gjennom samhandling og deltakelse. Dette kan anses som et eksempel på at skillet mellom vitenskap og populærvitenskap blir stadig mindre (Pilkington, 2018b).

Bruk av visualiseringer, entusiasme, historiefortelling, virkelighetsnære eksempler, og deltakelse har imidlertid begrenset effekt hvis man, som formidler, ikke er bevisst på hva slags medium man benytter seg av, og hvorfor.

4.3.6 Riktig medium

Mange ulike kommunikasjonsmedier blir nevnt i intervjumaterialet. Her trekker jeg frem noen utdrag hvor informantene snakker om å veksle mellom ulike medier. Dette svarer Kathrine Frey Frøslie når hun blir spurt om sitt foretrukne medium for å kommunisere med mange mennesker på én gang:

Da har jeg brukt bloggen min [*Statistikk*]. Så jeg formulerer meg skriftlig. Og det har jeg også gjort i intervjuer [...] Og når du skal prøve å få det skriftlig blir det mye veiing av ord frem og tilbake for å prøve å få frem det du ønsker. Men jeg har også prøvd meg på radio. Jeg har blant annet vært med på *Abels Tårn*. Jeg har hatt et eget program i *Ekko* om sjeldne begivenheter, det synes jeg var kjempegøy. Radio er et hyggelig medium, synes jeg. Også har jeg spilt inn massevis av undervisningsvideoer. (Intervju med Kathrine Frey Frøslie, avsnitt 14)

Frøslie nevner bloggen sin, intervjuer, radio og undervisningsvideoer. I tillegg har hun arrangert workshops, foredrag og laget videoer i mer populærvitenskapelig retning. Hun sier at radio er et morsomt og hyggelig medium. Senere poengterer hun at det er stor forskjell på undervisning og populærvitenskapelig formidling. Når hun underviser er hun bundet av pensum og læringsmål, mens i populærvitenskapelig sammenheng velger hun temaer, fremgangsmåter og

kommunikasjonsmedier basert på innfallsmetoden. Frøslie sier at da koronapandemien brøt ut i Norge, hadde hun allerede hadde begynt å interessere seg for vaksinegraden i hjemkommunen. Derfor stod hun klar til å formidle et høythengende konsept som det mye omtalte R-tallet, allerede ved starten av pandemien. Frøslie hadde også en rekke ulike medier og velge iblant, og videoen hun laget om R-tallet har fått flere hundre tusen visninger spredd over ulike plattformer og sosiale medier (Frøslie, 2020, 8. september).

Jo Røislien nevner her hvordan han veksler mellom ulike medier og plattformer:

[...] jeg har delt opp arbeidsdagen min i to; universitetet er én ting, det andre at jeg driver med mediejobbing og medieformidling. Det betyr alt fra å skrive bøker, lage podkast, lage store TV-serier for norsk og internasjonal TV, og å lage reklamefilm med vitenskapelig innhold. Det å prøve å finne måter å få ut kunnskap, naturvitenskapelig, teknisk og matematisk kunnskap ved hjelp av massemediekommunikasjon. Så går den brøken litt sånn frem og tilbake, jeg har hatt perioder der jeg bare drev med massemedier og TV, også er det andre ganger, sånn som nå, da jeg driver med et forskningsprosjekt i Stavanger hvor jeg forsker på kommunikasjon, hvor jeg toner ned den mediebiten litt. Men sånn frem og tilbake hopper jeg da. (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 8)

Røislien hopper mellom forskning og mediearbeid, men i dette tilfellet ser begge deler ut til å handle om kommunikasjon. I tillegg nevner Røislien å ha jobbet med både bøker, kronikker, podkast, TV, radio, musikkvideo og reklamefilm. Røislien gir uttrykk for å ha friheten til å kunne veksle mellom ulike prosjekter og ulike medier. Det kan tyde på at Røislien ofte har mulighet til å velge og tilpasse medier etter det budskapet han ønsker å kommunisere. I følgende avsnitt snakker Roger Antonsen om hvordan han kombinerer ulike måter å kommunisere på når han holder foredrag:

Foredragsformen er kanskje den jeg er mest vant til. Det å møte et nytt publikum, enten virtuelt eller på ordentlig, og snakke med folk. Jeg har holdt en masse foredrag av den typen at jeg prøver å interagere med publikum. Jeg hadde en lang runde der jeg sjonglerte, for å gjøre det mer levende. [...] Også har jeg også brukt interaktiv grafikk i løpet av foredrag. Å ikke bare ha et slideshow eller en video som snurrer i bakgrunnen, men være til stede og gjøre noe som du interagerer med. Jeg kan for eksempel kjøre en simulering og gi input til den simuleringen der og da. [...] i tillegg er det] videoer og YouTube også har det blitt en del skiving. (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 24)

Antonsen sier han er mest vant med foredrag og det å forholde seg til et publikum. Han nevner både sjonglering, interaktiv grafikk og simuleringer som virkemidler han tar i bruk for å supplere foredragsformen. Han har også erfaring med skiving og videoproduksjon. Det virker som at alle

informantene har god erfaring med å ta i bruk ulike medier og er av den oppfatning at et mangfold av medier og kommunikasjonsformer er med på å styrke deres formidling. Her forteller Antonsen om en seanse hvor han holdt et *pecha kucha*-foredrag:

Jeg holdt et sånn pecha kucha-foredrag en gang, som var helt spinnvilt, hvor jeg snakket 20 sekunder og så 20 sekunder om et helt annet tema og gjorde det mange ganger og det var jo helt ustyrtelig morsomt. Alle lo og alle koste seg, og det var sånn «der kom han crazy matematikeren som fortalte oss alle disse tingene». Det var 20 sekunder om Rubiks kube og 20 sekunder om å regne ut ukedager og 20 sekunder om geometri, så man ble helt huegæren av å se på det. Men det var på en måte designet for å være sånn. (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 38)

Antonsen forteller hva et pecha kucha-foredrag går ut på og trekker frem publikum sin lattermilde respons. Like etter sier Antonsen: «det er også mye som er improvisert med 500 slides og jeg har planer om å snakke gjennom 100 av dem [...] Jeg har kanskje 30 temaer da, klare i Keynote, så jeg kan veldig raskt bare bytte» (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 38). Å skifte tema hvert tjuende sekund krever mange temaer å kunne velge blant. Antonsen har ulike lysbilder, temaer og måter å formidle på, hvilket gjør ham utstyrt til å kunne gjennomføre et vellykket pecha kucha-foredrag. Denne foredragsformen kan fungere godt i en populærvitenskapelig setting, spesielt hvis publikum har som hovedmål å ha det hyggelig, og eventuell læring blir en bonus.

Innovasjon og variasjon blir trukket frem som viktige virkemiddel av flere av informantene:

[...] *innovasjon* er en innebygget del av hele formidlingsgreia. Og dette er et av poengene som jeg er opptatt av – hjernen er psykologisk, særlig for unge, den trenger *newness*, den trenger noe nytt. Hvis vi serverer hjernen noe den har sett og hørt før, så slår det en hel haug med psykologiske effekter inn, som gjør at det ikke registreres i bevisstheten, oppfattes ikke, huskes ikke. Så den må presenteres for noe nytt som den ikke har sett og hørt før [...] (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 36)

[...] jeg tror mangfold og variasjon er noe av det viktigste. Så hvis det er noe jeg vil ha mer av, så er det mangfold og variasjon. Det er ikke en spesifikk ting. Det er det som du mangler som du bør ha, for å si det sånn. Alle burde ha en liste med hundre ting, som de *må* ha, så kan de supplere med det de ikke har. Det skulle jeg gjerne hatt. (Intervju med Roger Antonsen, avsnitt 50)

Røislien hevder at hjernen er avhengig av nye inntrykk hvis den skal registrere dem på optimalt vis. Antonsen fremholder verdien av å disponere et mangfold av læringsmidler og presentasjonsformer. Det kan tolkes som at det er fordelaktig med nye, alternative presentasjonsformer for å legge best

mulig til rette for læring hos mottakeren. En rutinert formidler bør derfor følge med på ny forskning og teknologi for å holde seg oppdatert og ivareta denne *newness*'en som Røislien nevner.

Men er det slik at et mangfold av ulike medier trenger å være utelukkende positivt? Frøslie sier her hva hun tenker om å velge blant ulike medier og presentasjonsformer:

Det er utrolig viktig å spille på lag med det mediet du velger for kommunikasjonen din, altså kanalen du velger. Om du velger blogg for eksempel, så må det være passe personlig, det må være bilder. [...] Skal du filme så må du være veldig tydelig, kroppsspråket må være tydelig. Skal du snakke på radio må du være ganske presis og konsis. Det jobber jeg fortsatt med – å ikke avbryte mine egne tankerekker. Det å være tro mot det mediet du velger og hvor mye det har å si. Og ikke tro at hvis du behersker ett medium, så behersker du alle de andre, for sånn er det ikke. Det krever trening og fokus, uansett. (Intervju med Kathrine Frey Frøslie, avsnitt 30)

Her nevner Frøslie forskjellige kanaler hun bruker til formidling. Hun trekker frem blogg, bilder, film og radio som eksempler på medier der man må bruke vidt forskjellige strategier. Hun poengterer at det å beherske ett medium, ikke nødvendigvis betyr at man behersker alle. Det tyder på at finnes ulike regler for ulike medier, at det er viktig å være bevisst på hva man velger og at man kan begrunne dette valget, med hensyn på effektiv formidling og god læring.

4.4 Analyse av transkripsjoner fra TV og internett

Målet med dette delkapittelet er å demonstrere hvordan Bells (1984) kommunikasjonsmodell, samt PGOV, kan anvendes på populærvitenskapelig media presentert i sin opprinnelige form, som ikke er påvirket av min tolkning, tilstedeværelse eller spørsmålsformulering.

4.4.1 Analyse av segment fra Siffer

TV-serien Siffer (Holm-Glad et al., 2011) inneholder forskjellige spalter, deriblant innslag hvor programleder Jo Røislien forklarer komplisert matematikk, deltakende eksperimenter som produksjonen har gjennomført, intervjuer, funfacts om tall, og matematikkhistoriske anekdoter. I fjerde episode presenteres en anekdote om sykepleieren Florence Nightingale, og hennes bidrag til moderne medisinsk statistikk:

De fleste av dem som har hjulpet med å redde millioner av liv ved å innføre matematikken i medisinen er ukjente helter. Men én av dem har vi hørt om før. Den engelske overklassekvinnen Florence Nightingale var så omsorgsfull av hun fikk en slags helgenstatus allerede mens hun levde. Men Florence var tøffere enn sitt rykte. Som liten jente presset hun faren til å få matteundervisning, noe som var nesten utenkelig for kvinner den gangen. Hun fortsatte å

sjokkere mennene. Nå kallet Gud henne til å bli sykesøster – et yrke med knapt høyere status enn gledespike. Under Krimkrigen døde engelske menn som fluer i Tyrkia, og Florence pleiet og talte dem. Konklusjonen var slående, det døde ti menn av sykdommer for hver som døde av krigsskader. Med tallene i ryggen fikk Florence vasket ned det tarvelige sykehuset, rensket ut ventilasjonen, fjernet et råttent hestelik fra vannkilden og innført nye hygienerutiner, og mennene begynte å dø langt sjeldnere. Florence var ikke ferdig, hun ville gjøre det samme hjemme i England. Hun trosset rådene til de hoderystende menn og presenterte dronning Victoria et grafisk diagram hun hadde tegnet. Det var aller første gang en visualisering av statistikk ble brukt for å påvirke myndighetene. Dronningen skjønte tegningen og det britiske helsevesenet ble revolusjonert. (Siffer, episode 4, 11:20)

Fortellerstemmen tilhører programleder Petter Scherven. Språket bærer preg av dramatiske, oppsiktsvekkende uttrykk som *helter*, *hestelik* og selveste *dronningen av England*. Fortellingen dreier seg rundt spørsmål om liv og død. Den inkluderer også en utpreget kontrast mellom helgen og gledespike. Dette er grep som bidrar til å engasjere seeren og fange interesse. Historien er ikke oppdiktet, men hentet fra det virkelige liv, hvilket gjør innholdet mer nærliggende og relevant. Schervens konklusjon er at et grafisk diagram har bidratt til å revolusjonere det britiske helsevesenet, noe som fremhever betydningen av visualiseringer til bruk i matematikkopplysning. Historien er akkompagnert av en særpreget animasjon som illustrerer hva Scherven forteller (se figur 10). TV-mediet egner seg godt for å sy disse elementene sammen til et sammenhengende produkt. Segmentet søker også å inkludere seeren i andre setning: «Men én av dem har vi hørt om før». Dette kan sees på som et eksempel på *the fictionalized viewer* (Tabell 6). The fictionalized viewer innebærer at mottakeren tilegnes visse idealiserte egenskaper. Seeren blir aktivt fortalt at 'dette vet du fra før'. Vissheten om at Nightingale er en viktig personlighet blir tatt for gitt, og seeren forventes å akseptere dette.



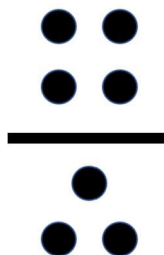
Figur 10: Skjermdump fra segmentet om Florence Nightingale (Siffer, 2011, episode 4, 12:05).

I dette utdraget på litt over 200 ord, kan man argumentere for tilstedeværelsen av virkemidler som historiefortelling, dramatisering, eksempler fra virkeligheten, visualiseringer, bevisst mediebruk og til en viss grad, deltakelse fra seeren. Røisliens tanker rundt populærmatematisk formidling er tydelig representert ved denne anekdoten, så vel som andre produksjoner Røislien har vært involvert i.

4.4.2 Analyse av Roger Antonsens TED-talk

Roger Antonsen holdt i 2015 et foredrag for TEDxOslo med tittelen *Math is the hidden secret to understanding the world* (2015). Foredraget er tatt opp, og har over 5 millioner visninger til sammen på YouTube og TEDs nettside. Presentasjonen inneholder flere eksempler på grep og virkemidler og kommunikasjonsmønstre slik de står beskrevet i denne studien. Transkripsjon av foredraget er hentet fra TED sin nettside (2015). I vedlegg 7 har jeg lagt til kodingsstriper fra de ulike kategoriene i figur 7 og Tabell 2. Her har jeg tatt et utdrag og gått i dybden på noe av det Antonsen sier:

Antonsen viser frem et bilde av figur 11 på storskjerm I like this one, because this says four divided by three. And this number expresses a relation between two numbers. You have four on the one hand and three on the other. And you can visualize this in many ways. What I'm doing now is viewing that number from different perspectives. I'm playing around. I'm playing around with how we view something, and I'm doing it very deliberately. We can take a grid. If it's four across and three up, this line equals five, always. It has to be like this. This is a beautiful pattern. Four and three and five. And this rectangle, which is 4 x 3, you've seen a lot of times. This is your average computer screen. 800 x 600 or 1600 x 1200 is a television or a computer screen. (Foredrag med Roger Antonsen, 2015, 07:12)



Figur 11: Brøken $4/3$ illustrert med prikker.

Tidligere i foredraget argumenterer Antonsen for at matematikk handler om å finne mønstre og uttrykke dem ved hjelp av et matematisk språk. Han hevder også at matematisk forståelse handler om evnen til å skifte perspektiv og betrakte et konsept fra ulike vinkler. Antonsen bruker $4:3$ som et eksempel på dette. $4:3$ kan blant annet skrives som en brøk, $4/3$ eller som et desimaltall, $1,333$. Antonsen gir flere eksempler på egenskaper hos $4:3$, som katetene i en rettvinklet trekant med hypotenus 5, eller forholdet mellom sidene på en TV/PC-skjerm.

Sistnevnte utgjør et eksempel fra virkeligheten, som tilhøreren kan kjenne seg igjen i. Antonsen har en entusiastisk formidlingsstil. Han bruker et levende kroppsspråk og legger trykk på viktige poenger. Han deler sine personlige tanker og entusiasme når han sier ting som «I like this» eller «this is a beautiful pattern». Bak seg har Antonsen en skjerm hvor han visualiserer og demonstrerer de matematiske konseptene samtidig som han presenterer dem muntlig. Han bruker aktivt *andre person* for å inkludere mottakeren i den visuelle representasjonen. Han viser tankeprosessen steg for steg og bruker begrepet «playing around». Det kan tolkes som en oppfordring til publikum om å prøve selv å eksperimentere og leke seg med tall og visualiseringer. I dette utdraget stiller ikke publikum noen spørsmål. Antonsen kompenserer ved å henvise til publikum sin fantasi og personlige erfaringer. Denne intime tilnærmingen kan mulig bidra til at enkeltpersonene blant publikum i større grad opplever seg selv som mottaker, snarere enn overhører. Senere bruker Antonsen et lyd eksempel for å illustrere $4:3$: «Let's do another experiment. Let's now take a sound, this sound. (Beep) [...] Let's multiply this sound by four-thirds. (Beep) What happens? You get this sound. (Beep) This is the perfect fourth» (Foredrag med Roger Antonsen, 2015, 09:35). Her forklarer han at det musikalske intervallet omtalt som *en kvart*, er resultatet av to frekvenser med forholdet $4:3$. Antonsen bruker både numerisk notasjon, visualiseringer, dagligdagse eksempler og musikk for å uttrykke det samme konseptet, forholdet $4:3$. Dette krever en bevisst og målrettet bruk av ulike avspillingsmedier for å gjengi de forskjellige representasjonene av $4:3$, det jeg i PGOV (figur 7) har valgt å kalle *relevant og bevisst bruk av riktig medium*.

I dette utdraget kan man argumentere for at Antonsen gjør bruk av visualiseringer, entusiasme, eksempler fra virkeligheten, oppfordring til deltakelse, appell til mottakerrollen, samt bevisst bruk av

riktig presentasjonsmedium. Disse grepene opptrer i kombinasjon på forbilledlig vis, hvilket resulterer i et presentabelt populærmatematisk produkt.

4.4.3 Analyse av blogginnlegg fra Statistrikk

Til slutt ønsker jeg å presentere en analyse av et innlegg fra Kathrine Frey Frøslies strikkeblogg, *Statistrikk* (2016-nåtid). Innlegget heter *Oppskrift på Stortinget-sitteunderlag* (2017) og finnes som vedlegg 10 i denne oppgaven. I innlegget gir Frøslie et raskt overblikk på valgordningen i Norge. Hun lenker til andre sider som går dypere inn på begreper, som *distriktsmandater*, *sperregrense* og *utjevningsmandater*. Hun skriver om meningsmålinger som prøver å forutse valgresultatene, og statistikken bak dem. Dette kan anses som et eksempel på *explanatory waves*. Til slutt viser hun frem en strikkeoppskrift på et sitteunderlag med et fargerikt sektordiagram som viser fordelingen av de 169 representantene på Stortinget. Frøslie viser tips og bilder av hele prosessen hvor hun selv jobber med sitteunderlaget. Oppskriften er lett å lese, selv for meg, som ikke kan strikke. Det stemmer med Weiskopf et al. (2006) som hevder at estetikk har en sammenheng med god brukervennlighet.

I innlegget finnes det flere eksempler på kommunikasjonsmønstre som blir presentert i denne studien. Avsender er i dette tilfellet Frøslie, som både har skrevet teksten, laget strikkeoppskriften og opptrer på bilder i innlegget. Hun refererer i mange tilfeller til leseren i andre person. Gjennomgående i innlegget er en implisitt oppfordring til mottakeren om å emulere Frøslie og prøve seg på oppskriften. Dette kan leses som et klassisk eksempel på TFR. Frøslie tillegger leseren egenskapen å kunne strikke. Strikkere er Frøslies viktigste målgruppe og de som i hovedsak vil oppleve seg selv som mottakere av dette innlegget. Øvrige lesere vil stort sett falle inn under øverhørergruppen, med mindre leseren interesserer seg for det Frøslie skriver om valgordningen og statistiske prediksjonsmodeller, hvilket er godt mulig. Observatørrollen er fylt av noen av Frøslies statistikerkollegaer: «Hvor stort er slingringsmonnet på enkelt-tallene? Akkurat dette er det Anders Løland, Clara-Cecilie Gunther og Kristoffer H Hellton fra Norsk Regnesentral viser oss i tallene sine på nettsiden 169.no» (vedlegg 10, s. 7). To av disse er også avbildet i innlegget, og Hellton har laget en animasjon som dukker opp i midten av innlegget.

Tidligere i denne studien nevner jeg avlyttergruppen. Avlyttergruppen er som regel verken kjent eller anerkjent, og avsenderen henvender seg ikke til avlyttergruppen. Den er derfor sjelden representert direkte gjennom teksten. I et annet innlegg av Frøslie, *CoviDesign: Smittetallet R* (Frøslie, 2020), finner vi derimot et eksempel som kan kalles en avlyttergruppe. I innlegget skriver Frøslie om smittetall, og bruker koronapandemien som eksempel: «Min motivasjon for å fortelle om dette har vært å være en faktabasert motvekt til antivax-bevegelsen» (Frøslie, 2020). Vaksinemotstandere

representerer en posisjon som står i direkte motsetning til det Frøslie søker å formidle. Jeg mener at denne gruppen befinner seg så langt fra samtalens midtpunkt som det omtrent er mulig å komme.

I blogginnlegget finnes det også flere eksempler på populærvitenskapelige grep og virkemidler. Selve sitteunderlaget kan anses som en statistisk visualisering av et valgresultat. Frøslie bruker mange bilder for å underbygge teksten i innlegget, og mot slutten har hun også inkludert en animasjon som viser utviklingen i valgoppslutning for de ulike partiene, uke for uke for valgperioden 2013-2017. Bloggmediet er velegnet for å vise frem en slik animasjon. Blogg kan anses som et litterært medium, men trykte medier har ikke muligheten for å vise bevegelige bilder eller film. Frøslie ønsker også å kommunisere direkte med sine mottakere. Tilstedeværelsen av et kommentarfelt på bloggen tillater dette.

Midtveis i innledningen inkluderer Frøslie en anekdote om hvordan meningsmålinger tidligere ble gjennomført:

Hvordan velger vi dem som skal spørres? Vi kunne trukket tilfeldig fra folkeregisteret og gått fra dør til dør og spurt. Det var det de gjorde i gamle dager. Jeg ser for meg dresskledte menn med hatt, røyk og dokumentmappe som ringer på i grisgrendte strøk: -Si meg, frue, kan De fortelle meg hvilket parti De ville stemt på dersom det var Stortingsvalg i dag? Med denne strategien kan alle med adresse få en meningsmåler på døra, og utvalget representerer Folket ganske godt. (vedlegg 10, s. 6)

Dette kan forstås som et eksempel på historiefortelling og dramatisering. Frøslies entusiasme skinner også gjennom i teksten ved et par anledninger, for eksempel når hun skriver: «Jeg krøller tær i begeistring over 169.no!» (vedlegg 10, s. 8), eller «Oioi, jeg innser plutselig at jeg har strikket 48 672 masker på to uker! Trøste og bære!» (s. 11). Valgordning og -resultater er noe som angår de fleste lesere, spesielt i den perioden innlegget ble postet, 8. september, tre dager før stortingsvalget i 2017. Tematikken er hentet fra virkeligheten og ser ut til å være designet for å være relevant og interessant for leseren. Frøslie avslutter innlegget med å fortelle at hun ikke kommer til å strikke et nytt sitteunderlag etter valget, men hun skal legge ut strikkeoppskrift på den nye mandatfordelingen. Det kan tolkes som en oppfordring til leseren om å delta i en kreativ prosess.

I Frøslies innlegg kan man argumentere for et kommunikasjonsmønster med et mangfold av ulike roller, i form av avsender, mottaker, observatør og overhører. Samtidig legger hun til rette for at leseren skal identifisere seg som mottaker. Frøslie tar i bruk visualiseringer, entusiasme, dramatisering, eksempler hentet fra virkeligheten, bevisst bruk av riktig medium, og avslutter med en oppfordring til deltakelse blant publikum.

5 Diskusjon

I dette kapittelet vil jeg knytte analysen opp mot problemstillingen. Jeg vil diskutere hvilke implikasjoner mine funn kan ha for matematikkundervisning i skolen, og forsøke å gi et svar på problemstillingen samt forskningsspørsmålene som blir stilt innledningsvis i denne studien.

5.1 Didaktiske implikasjoner

Informantene har forholdsvis liten erfaring med didaktisk arbeid på mellom- og ungdomstrinnet. Det er allikevel mye av datamaterialet fra intervjuene som kan kobles opp mot matematikkundervisning på dette nivået. I analysen av avsenderrollen kommer det frem at Antonsen har lært svært mye av å studere seg selv på video. Dette ligner på det Udir (2017a) kaller for *aksjonslæring*: «Aksjonslæring kan beskrives som en læreprosess hvor ansatte observerer og reflekterer over egne erfaringer på en systematisk måte.» Å studere seg selv på video faller seg ikke nødvendigvis naturlig for en alminnelig norsk lærer. Under koronapandemien har det imidlertid blitt langt vanligere å ta i bruk videokonferanseverktøy. Her finnes det kanskje en anledning til å gjøre opptak og reflektere rundt ens egen undervisningspraksis, gjerne i samråd med andre lærere.

Mottakerrollen handler om å prøve å opprette direkte kontakt med tilhøreren. Både Tokheim og Røislien understreker hvor viktig det er å tilpasse innholdet etter publikum, selv om det kan by på utfordringer. Tilpasset opplæring er et av prinsippene for skolens praksis (Udir, 2017c). Tilpasningen i skolesammenheng skjer gjerne basert på individuelle behov i klassen, mens den tilpasningen som de populærvitenskapelige formidlerne snakker om gjerne angår publikum som helhet. Målet er allikevel det samme – at publikum kan identifisere seg med det faglige nivået. Antonsen sier at han gjerne tar seg tid til å snakke med publikum etter han har holdt foredrag. Lærere bør også benytte elevenes tilbakemelding som en komponent i den summative vurderingen av et undervisningsopplegg. Det nytter ikke å kun jobbe med sin egen formidlingspraksis så lenge mottakeren ikke får tilstrekkelig utbytte av opplæringen.

Observatørrollen kommer til uttrykk når elevene jobber sammen i grupper. Når en elev deltar i dialog med lærer eller en annen elev, blir de andre elevene på gruppen observatører. De vil være kjent og anerkjent, men avsender henvender seg ikke nødvendigvis til dem. Det ideelle er at alle elever deltar i samtalen, men i større grupper er ikke dette alltid mulig eller praktisk. Det er bedre at elevene som ikke får anledning til å delta i samtalen, opplever seg selv som observatører enn som overhørere. Idéen er at elever lærer mer når de blir anerkjent og dermed indirekte inkludert i samtalen. Observatørrollen kommer også til uttrykk når elevene holder en muntlig gruppepresentasjon foran resten av klassen. I dette tilfellet bytter elevene på å være avsender og observatør, resten av klassen blir som hovedregel overhørere. Dette ligner på situasjonen hvor

Frøslie inviterer en gjesteblogger til å skrive om vaksiner. Elevene kan delegere arbeidsoppgaver seg imellom og fordype seg i ulike emner. Observatørrollen er preget av en form for gjensidig respekt mellom elevene. Hvis en elev ikke deltar aktivt i en samtale kan observatørrollen utgjøre et godt alternativ. På sikt bør det allikevel være et overordnet mål at alle elevene skal få delta aktivt på egen hånd.

Overhørere er elever som blir ikke blir anerkjent og som avsenderen heller ikke henvender seg til. Det kan være utfordrende for en lærer og ta hensyn til denne gruppen når hun underviser. En avsender kan i utgangspunktet bare ha direkte dialog med én person av gangen. Antonsen snakker om å bruke overraskende og dagsaktuelle temaer for å nå frem til mange overhørere på én gang. Dette kan også være aktuelt i undervisningen. Røislien hevder at lærere står i en gunstig posisjon i forhold til populærvitenskapelige formidlere, da lærere som regel kjenner sitt publikum fra før. Skal man undervise en ny klasse eller teste ut et nytt opplegg, kan det allikevel oppstå situasjoner hvor man ikke kan forutse hvordan elevene vil reagere. Røislien snakker om å på forhånd diskutere populærvitenskapelige opplegg med erfarne kollegaer. Dette kan også være en løsning i forbindelse med eksperimentelle eller uvante undervisningsopplegg i skolen.

Antonsen beskriver en seanse hvor han holdt foredrag for en gruppe uinteresserte ungdommer. De ga uttrykk for at de mistrikket og kjedet seg under foredraget. Slike situasjoner kan også oppstå i et klasserom hvis en elev opplever seg selv som verken kjent eller anerkjent eller en som læreren henvender seg til. De føler kanskje at deres tilstedeværelse ikke utgjør noen forskjell for den øvrige gruppen, og at de ikke har noe å bidra med. Mottakerne får sannsynligvis langt større utbytte av undervisningen, og denne kontrasten kan tenkes å forsterke den negative opplevelsen hos avlytterne enda mer. Det er viktig å være bevisst på dette når og hvis det inntreffer, for å vite hvordan man kan forebygge og avverge en avlytteropplevelse, som kan gi lav selvtilit og dårlige forutsetninger for læring hos enkelte elever.

Tokheim og Røislien sier de bruker visualiseringer for å fremstille ting så enkelt som mulig. Dette kan også brukes som et ideal i matematikkundervisningen. Det kan for eksempel være vanskelig å forklare Pytagoras' læresetning uten noen form for visualisering. Matematiske funksjoner kan uttrykkes gjennom både likninger, formler, tekst og grafer. En populærvitenskapelig tilnærming til funksjonsbegrepet kan derfor være å legge vekt på visuelle, grafiske fremstillinger og bruke dem som verktøy for å forklare logikken og matematikken som ligger bak. Antonsen er begeistret for programmeringsverktøy og mulighetene de skaper for visualisering. I intervjuet anbefaler Antonsen at elever også kan lage sine egne visualiseringer ved hjelp av digitale, pedagogiske verktøy. Slike verktøy kan være for eksempel *GeoGebra*, *Sketchometry* eller *Python Turtle*. Slik blir visualiseringene

et verktøy for problemløsning – de blir brukt til å finne svar på egne spørsmål og eventuelt presentere dem for andre. Det er akkurat dette jeg har gjort med figur 7. Her har jeg brukt GeoGebra til å lage en figur for å tydeligere visualisere PGOV.

Bruk av entusiasme i klasserommet er også et virkemiddel som det kan være aktuelt å reflektere. Røislien trekker frem hvor stor forskjell det kan utgjøre å stå oppreist for å holde energien oppe, og Frøslie fremsnakker betydningen av et tydelig kroppsspråk. Begge deler kan være relevante i forbindelse med undervisning på mellom- og ungdomstrinnet. Det er imidlertid viktig at denne entusiasmen ikke fremstår som kunstig eller påtvunget. Alle tema behøver ikke å være like engasjerende. Hvis man som lærer selv synes et tema er spennende, kan man gjerne la det komme frem i undervisningen. Men eventuell entusiasme bør opptre i kombinasjon med variasjon og en viss grad av tyngde og troverdighet, så ikke elevene opplever den som anstrengt eller utmattende.

Dramatisering, fortellinger og historier fra virkeligheten kan flettes inn i undervisningen for å styrke elevenes forhold til matematikk. I læreplanen i matematikk står det for eksempel at elevene etter 10. trinn skal kunne: «planlegge, utføre og presentere et utforskende arbeid knyttet til personlig økonomi» (Udir, 2017b). Tidligere, når jeg har jobbet med dette kompetansemålet i skolen, har jeg introdusert temaet *personlig økonomi* med å vise klassen en episode av livsstilsprogrammet *Luksusfellen* (Devold, 2008-nåtid). I *Luksusfellen* hjelper profesjonelle økonomer nordmenn som har havnet i en vanskelig økonomisk situasjon. Innholdet viste elevene konsekvensene av å ikke ha kontroll på sin personlige økonomi. Episoden ga grunnlag for interessante diskusjoner og refleksjoner blant elevene. *Luksusfellen* kan ikke nødvendigvis kategoriseres som populærvitenskap, men bruk av TV og underholdning i matematikkundervisningen kan også være med på å virkeliggjøre og konkretisere abstrakte matematiske konsepter. Det kan også være en idé å la elevene dramatisere matematiske hendelsesforløp. Det økonomiske bytteeksperimentet som Jo Røislien snakker om (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 46) kan være et eksempel til etterfølgelse. Slik kan man samtidig inkorporere både deltakelse, dramatisering og eksempler fra virkeligheten inn i matematikkundervisningen.

Deltakelse er kanskje det viktigste av virkemidlene som er listet opp i denne studien. Å legge opp til skapende og kreativ aktivitet anser jeg som helt essensielt for at elevene skal få oppleve skaperglede, engasjement og utforskertrang. Appelsinopplegget utviklet av Kathrine Frey Frøslie, som Røislien skildrer (Intervju med Jo Røislien, avsnitt 18) er et eksempel på dette. Når elevene aktivt utforsker og involverer seg i undervisningsmaterialet, er sjansen mye større for at de selv trer inn i både mottaker- og avsenderrollen. Antonsen sender en oppfordring om å leke mer og bruke

flere konkrete og interaktive læringsmidler i skolematematikken, hvilket er i tråd med Lockharts (2009) anbefalinger om en mer kreativ, leken, åpen og undrende matematikkundervisning.

Mangfold og variasjon i medier og presentasjonsformer blir trukket frem som viktig av flere av informantene. Et grep det blir lagt vekt på er å variere bruken av ulike medier for å best mulig tilpasse undervisningen. Noen elever lærer kanskje best av å se et populærvitenskapelig TV-program eller spille et dataspill, mens andre lærer best gjennom å lese bøker og løse oppgaver. Mot slutten av sitt intervju sier Frøslie: «ikke tro at hvis du behersker ett medium, så behersker du alle de andre, for sånn er det ikke. Det krever trening og fokus, uansett» (Intervju med Kathrine Frey Frøslie, avsnitt 30). Det kan tolkes som at det er viktigere å kunne bruke noen få medier effektivt, enn å presentere elevene for en rekke medier som man ikke behersker.

5.2 Implementering av populærvitenskapelige grep i en klasseromssituasjon

Populærvitenskap handler om å formidle kunnskap på en tilgjengelig og interessant måte som kan forstås uten særlig forforståelse eller spesiell kunnskap om emnet. Vitenskapsformidling er en del av universitetene og høgskolenes samfunnsoppdrag (Universitet- og høgskoleloven, 2005, § 1-1) og populærvitenskap tar stadig større plass i samfunnet, gjennom sosiale og tradisjonelle kommunikasjonsmedier (se f.eks. figur 2). Jeg tror at en populærvitenskapelig undervisningsstil kan egne seg godt som et didaktisk verktøy for lærere i grunnskolen, særlig i et 'hardt' fag som matematikk. Populærvitenskapelige medier er designet for å nå ut til mange mennesker, på deres eget initiativ. I denne studien har jeg presentert en sosiolingvistisk kommunikasjonsmodell som tildeler ulike roller til tilhørere, basert på hvor nære de oppholder seg avsenderen og hennes budskap. Generelt sett bør det være et mål at elevene i klasserommet opplever seg selv som mottaker: De oppfatter at de er i direkte dialog med læreren; de opplever at læreren verdsetter og anerkjenner deres tilstedeværelse; og de opplever at læreren kjenner deres identitet, bakgrunn og læreforutsetninger.

Dette er didaktiske idealer som alle matematikklærere bør etterstrebe. Min hypotese er at en populærvitenskapelig tilnærming kan bidra til å fasilitere mottakerrollen hos elevene. Så hvordan adopterer man en populærvitenskapelig tilnærming? Første steg er å studere forskjellige eksempler på populærvitenskap og identifisere noen fellesnevner som skiller denne formidlingsstrategien fra tradisjonell undervisning. Neste steg er å skille ut og kategorisere grep og virkemidler som kan kjennes igjen på tvers av ulike formidlere og ulike plattformer for populærvitenskapelig formidling. Det er dette jeg har gjort i forkant av og under denne studien. Tredje steg er å se på sin egen undervisningsstil og -filosofi. Man bør vurdere om elevene opplever seg som mottakere. Hvis ikke,

bør man vurdere om noen av de ovennevnte grepene og virkemidlene kan inkorporeres i undervisningen. Noen grep som kan tas for å styrke undervisningen kan være å:

- bruke konkrete, livsnære eksempler hentet fra dagliglivet der det er mulig. Hva med å bruke dagsaktuelle hendelser som stortingsvalg for å lære bort sannsynlighet eller statistisk modellering? Kan det være en idé å bruke musikk for å lære bort brøk og bølgefysikk?
- øve på å designe, eller få elevene til å designe, visualiseringer av abstrakte matematiske fenomener. Roger Antonsen anbefaler for eksempel programmering for å oppnå dette.
- nedskalere bruken av tavleundervisning og legge opp til økt deltakelse blant elevene. Åpne mer for klasseromsdiskusjoner, gruppearbeid, og utforskende, problembaserte oppgaver.
- inkludere matematiske historier og anekdoter. Hvem var Leonhard Euler og Pytagoras, hva er deres bidrag til matematikken? Hvordan var livet før de kom på banen, kan det drøftes eller dramatiseres av elevene?
- reflektere over kommunikasjonsmedier som blir brukt i undervisningen. Er læreboken den beste kilden til å lære om geometri eller finnes det en TikTok-video som forklarer det bedre? Kan mediebruken varieres? Hvilke medier er elevene vant med, kan de lære av hverandre?
- trene på kroppsspråk, variasjon i tonehøyde og det å gi uttrykk for en ektefølt entusiasme for matematikk, som smitter over på elevene.

Dette er ikke nødvendigvis ny kunnskap, en del kan kjennes igjen fra læreplanverket LK20. I kompetansemålene for matematikk på femte trinn står det både at elevene skal kunne: «formulere og løse problemer *fra egen hverdag* som har med brøk å gjøre» og «formulere og løse problemer *fra egen hverdag* som har med tid å gjøre». Disse målene antyder at elevene bør jobbe med relevante problemstillinger i matematikkundervisningen, men dette kan utvides til å gjelde flere temaer enn *brøk og tid*. Kanskje elevene også bør øve på å formulere og løse problemer fra egen hverdag som har å gjøre med sannsynlighet, statistikk, mengdelære, geometri, logikk eller tallteori?

Ordet «utforske» forekommer 26 ganger i kompetansemålene for matematikk på 5.-10. trinn i læreplanverket LK20 (Udir, 2017b). Til sammenligning dukker det opp kun tre ganger i det forrige læreplanverket, LK06. Dette kan tyde på at den nye læreplanen legger opp til mer matematisk problemløsning, refleksjon og deltagelse blant elevene enn det som var tilfelle med LK06.

5.3 utfordringer ved populærvitenskapelig formidling og undervisning

Jeg ønsker å presentere noen potensielle utfordringer ved en populærvitenskapelig tilnærming til matematikkundervisning i grunnskolen. Først med hensyn på lærernes praktiske og pedagogiske handlingsrom og deretter med tanke på elevenes ønsker, rettigheter og forventninger.

En av de viktigste føringene for norsk matematikkundervisning er læreplanen i matematikk. Når matematikklærere planlegger undervisningen, må de kunne rettferdiggjøre undervisningsopplegget i henhold til det som står i læreplanen. Etter endt opplæring skal elevene ideelt sett kunne det som står oppført i kompetansemålene. Populærvitenskapelige grep må kunne begrunnes med utgangspunkt i læreplanen. Går det an å finne et dataspill, et TV-program eller en podkast som kan hjelpe elevene med å for eksempel: «utforske og generalisere multiplikasjon av polynomer algebraisk og geometrisk»? (kompetansemål etter 10. trinn, Udir, 2017b). Det er helt sikkert mulig, men jeg forstår at det å finne frem til egnede populærvitenskapelige metoder for hvert eneste kompetansemål kan virke påtatt og eventuelt mot sin hensikt.

Ikke alle skoler har vilje, evne eller økonomi til å skaffe nødvendige medier og læringsmidler for å ta i bruk noen av de populærvitenskapelige grepene og virkemidlene som jeg beskriver. Videokameraer, VR-briller, 3D-printer og animasjonsprogramvare er eksempler på kreative ressurser som kan legges opp til skaperglede i matematikkundervisningen, men som også kan være dyre å anskaffe. Eventuell mangel på kompetanse, vilje eller tid til å sette seg inn i slike ressurser kan også by på en utfordring.

Jeg håper og tror at mangel på kjennskap til det store mangfoldet av populærmatematiske ressurser som finnes, er den største og viktigste grunnen til at bruken av disse ikke er mer fremtredende i norsk matematikkundervisning. Å opparbeide en slik oversikt kan virke som en stor oppgave, spesielt når det forutsetter et visst nivå av både variasjon, innovasjon og 'newness'. Lærerkollegiet bør derfor gå sammen for å holde seg engasjert og oppdatert på nyere populærmatematisk forskning og utvikling.

Et viktig begrep i det nye læreplanverket er prinsippet om dybdelæring. Udir (2017c) definerer dybdelæring som å «gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder». Populærvitenskapen kjennetegnes ofte av dårlig tid og går mer overfladisk til verks for å best mulig holde på tålmodigheten og oppmerksomheten hos mottakeren. Slikt sett kan prinsippet om dybdelæring havne i direkte strid med metoder for populærvitenskapelig formidling.

Vurdering kan være en utfordring når man gjennomfører undervisningsopplegg som er konstruert ut ifra populærvitenskapelige grep og virkemidler. Informantene vurderer sine opplegg delvis basert på seertall, tilbakemelding fra kollegaer og personlig intuisjon. Ingen av informantene nevner noen formell metode for å måle læringsutbyttet hos mottakeren. Undervisningsvurdering er blitt en vesentlig del av det nye læreplanverket, LK20 (Udir, 2017b). En lærer må derfor være bevisst på at populærmatematiske opplegg må konstrueres slik at de kan være gjenstand for undervisningsvurdering.

Det kan argumenteres for at denne overfladiske presentasjonsformen kan bli *for enkel*, og at det er nødvendig å ha et visst nivå av akademisk språk og sjargong (Tønnesson, 2018, s. 74). Enkelte vil kanskje påstå at bildene, metaforene og metodene som anvendes i populærvitenskapelige medier blir så grunnleggende og trivielle at de påvirker hvordan publikum oppfatter innholdet i negativ retning. I populærvitenskapelig materiale kan det iblant være vanskelig å finne kilder til de vitenskapelige påstandene som fremmes. Populærvitenskap og populærmatematikk kan være et underholdende og motiverende verktøy for matematikklæring. Fine farger og visualiseringer kan gjøre det lettere å huske innholdet (Chang et al., 2018). Formidlerens kroppsspråk og entusiasme kan virke fengslende på lytteren (Galende et al., 2019; McClure et al., 2020; Strømsø, 2016), og eksempler og historier kan presenteres som om de er hentet fra virkeligheten uten at det nødvendigvis er tilfelle. Derfor er det særlig viktig å ha et kritisk blikk på matematikk og naturvitenskap som blir presentert gjennom metodene beskrevet i denne studien.

Det kan også argumenteres for at elever får urealistiske forventninger til en matematikkundervisning spekket med visualiseringer, bevegelige modeller, levende historiefortelling og illustrative eksempler fra virkeligheten. Matematikk er vanligvis et abstrakt, teoretisk fag. Mange av idéene og begrepene hentet fra matematikken kan være vanskelige å «popularisere», selv etter studier av kommunikasjonsmodeller og populærmatematiske grep og virkemidler.

6 Konklusjon og forslag til videre arbeid

I denne seksjonen vil jeg forsøke å svare på spørsmålet som har gitt navn til denne masteroppgaven: *Hva kjennetegner populærvitenskapelig formidling av matematikk?* Jeg har delt formidlingsbegrepet i to. Den ene delen handler om kommunikasjon – hvem som formidler og hvem det blir formidlet til. Den andre handler om hvordan populærvitenskapelig innhold blir formidlet.

6.1 Konklusjon

Mitt første delspørsmål lyder: Hvordan kan man strukturere populærvitenskapelig kommunikasjon, og hvilke samtaleroller må man forholde seg til i populærvitenskapelig formidling? Jeg har funnet at Bell (1984) sin kommunikasjonsmodell, audience design, egner seg godt for å strukturere rollene i populærvitenskapelig kommunikasjon. Rollene består av avsender, mottaker, observatør, overhører og avlytter. Avsender er den som står for formidlingen; mottaker er den som avsender kommuniserer til; observatør er til stede under samtalen og overværer den; overhører iakttar samtalen på avstand; avlytter tar ikke del i samtalen i det hele tatt. De ulike rollene har ulike funksjoner i en formidlingssituasjon. Min hypotese er at formidlingen fungerer best gjennom direkte kommunikasjon mellom avsender og mottaker. Derfor bør det være et mål at flesteparten av tilhørerne opplever seg selv som mottakere, nærmest mulig avsenderen og samtalens midtpunkt. Matematikklærere bør reflektere rundt elevenes roller, og unngå en situasjon hvor elevene identifiserer seg som avlyttere – uønsket og uengasjert i matematikkundervisningen.

Mitt andre spørsmål er hvilke grep og virkemidler som kan kjennes igjen hos formidlere av populærmatematikk. For å undersøke hvordan populærvitenskap kan formidles har jeg gjennomført fire semistrukturerte intervjuer med populærvitenskapelige formidlere og analysert deres perspektiver. Jeg har kommet frem til seks kategorier som det finnes eksempler på i alle intervjuene:

1. Visualiseringer, kunst og installasjoner
2. Entusiastisk formidling
3. Dramatisering og historiefortelling
4. Bruk av gode eksempler fra den virkelige verden
5. Deltakelse og eksperimentering
6. Relevant og bevisst bruk av riktig medium

Jeg har stilt disse kategoriene opp i en modell som jeg har kalt *populærvitenskapelige grep og virkemidler* (PGOV). Min hypotese er at et aktivt og bevisst forhold til disse kategoriene kan bidra til å gjøre matematikkundervisningen mer levende, engasjerende og motiverende. Disse kategoriene er ikke gjensidig utelukkende, eller på noen måte fullstendig dekkende for all populærvitenskapelig

formidling, men de utgjør et rammeverk som enkelt kan leses og drøftes i forbindelse med utforming og gjennomføring av matematikdidaktiske opplegg i skolen.

Det overordnede målet med denne studien har vært å skape et rammeverk som kan brukes i arbeidet for å stimulere elevens skaperglede, engasjement, utforskertrang og motivasjon. Mine funn støttes av det som hevdes i litteraturen. Skaperglede kan mulig fasiliteres for eksempel gjennom kreative prosesser (Antonsen, 2015; Lockhart, 2009), fargerike fremstillinger (Chang et al., 2018) og dramatisering (Nielsen et al., 2015). Engasjement kan oppnås gjennom å trene på populærvitenskapelig formidling (Galende et al., 2019; McClure et al., 2020). Utforskertrang kan styrkes gjennom aktiv involvering av elevene, ved å besøke museer eller vitensentre (Frøyland et al., 2018; Weiskopf et al., 2006) eller legge opp til deltagelse i demokratiske prosesser i matematikkundervisningen (Breiviga et al., 2019; Hope et al., 2017).

Tidligere forskning tyder på at motivasjon kan støttes av å jobbe med populærvitenskapelige medier, som TV-programmer, tidsskrifter, bøker og blogger (Bungum et al., 2012; Henriksen et al., 2015). Dette stemmer overens med responsen fra intervjuene i denne studien. Motivasjon har stor betydning for læring i matematikk (Nosrati & Wæge, 2015), derfor kan det være fordelaktig å utforske hvilke muligheter som foreligger for å flette eksempler på populærvitenskap og populærvitenskapelig formidling inn i matematikkundervisningen.

Jeg ønsker å komme med en anmodning til alle matematikklærere som leser denne studien. Som lærere er vi superheldige. Vi er popstjerner som får en scene for oss selv hver eneste dag. Vi har en fantastisk mulighet til å påvirke og inspirere nysgjerrige elever i noen av deres mest formative leveår. Elevene kommer til å huske stoffet de blir presentert, så lenge vi presterer å finne den rette måten å formidle det på. Derfor har vi et ansvar for å forvalte denne muligheten så godt vi kan og ta kommunikasjon og motivasjon i matematikkundervisningen på alvor

6.2 Forslag til videre arbeid

Denne studien gir opphav til noen aktuelle spørsmål for videre studier. En studie basert på et lite utvalg semistrukturerte intervjuer har visse begrensninger, som beskrevet i metodekapittelet.

Det kunne vært interessant å undersøke hva *lærere* tenker om bruk av populærvitenskap i matematikkundervisningen, for eksempel gjennom en strukturert spørreundersøkelse eller flere semistrukturerte intervjuer. Det kunne vært interessant å undersøke roller og grep som blir praktisert i matematikklasserommet gjennom observasjon av matematikkundervisning. Kan rollene som er beskrevet i Bells (1984) audience design kjennes igjen i klasserommet, og i hvilken grad blir grepene og virkemidlene som er definert i denne studien allerede anvendt av lærere i grunnskolen?

Det kunne også vært aktuelt å gjennomføre en replikasjonsstudie. Man kunne intervjuet eller observert andre norske, eller internasjonale populærvitenskapelige formidlere og undersøkt om modellen lar seg reprodusere. Gjelder disse kategoriene kun for matematikk, eller lar de seg reprodusere også innen andre akademiske fagområder, som naturvitenskap, samfunnsvitenskap og humaniora? Flere studier er nødvendige for å eventuelt svare på disse spørsmålene.

Litteraturliste

- Adlibris. (2022). *i kategorien bøker/matematikk og naturvitenskap*. Hentet 5. april 2022 fra <https://www.adlibris.com/no/sok?q=popul%C3%A6rvitenskap&filter=categoryfacet:b%C3%B8ker%2fmatematikk+og+naturvitenskap>
- Antonsen, R. (2013, 20. des.). Matematikk og forståelse. *Aftenposten*.
<https://www.aftenposten.no/viten/i/O66k/matematikk-og-forstaaelse>
- Antonsen, R. (2015). *Math is the hidden secret to understanding the world* [Videoforedrag]. TEDxOslo.
https://www.ted.com/talks/roger_antonson_math_is_the_hidden_secret_to_understanding_the_world?language=en
- Antonsen, R. (2016). *Magiske Mønstre* [YouTube-kanal]. Rubicon TV.
<https://www.youtube.com/channel/UCQ8bbf7jVlhs08giympQZzg>
- Antonsen, R. (2022). *Roger Antonsen* Hentet 11. januar, 2022 fra <https://rantonse.no/en/talks>
- Ark bokhandel. (2022). *populærvitenskap*. Hentet 5. april, 2022 fra <https://www.ark.no/search/?text=popul%C3%A6rvitenskap>
- Askeland, Kjetil Røthing (programleder). (2016-nåtid). [TV-program]. *Hva feiler det deg?*.
<https://tv.nrk.no/serie/hva-feiler-det-dege>
- Athenas. (2022). *Jo Røislien*. Hentet 11. januar, 2022 fra <https://www.athenas.no/flx/foredragsholdere/jo-roeislien-foredragsholder/>
- Barrow, J. D. (2006). *Uendelighetens Historie: en kort veiviser til det grenseløse, tidløse og endeløse* (J. Bing, Overs.). Flux forlag.
- Bell, A. (1984). Language style as audience design. *Language in Society*, 13(2), 145-204.
<https://www.jstor-org.galanga.hvl.no/stable/pdf/4167516.pdf?refreqid=excelsior%3A36ddaa184eb83c3ce274586eecc7df4>
- Blom, H. (2021). islamsk kunst og arkitektur. I *Store norske leksikon på snl.no*. Hentet 2. februar, 2022 fra https://snl.no/islamsk_kunst_og_arkitektur
- Breiviga, K. M. R., Rangnes, T. E. & Werler, T. C. (2019). Demokratisk danning i skole og undervisning. I T. E. Rangnes (Red.), *Demokratisk danning i skolen* (s. 15-33). Universitetsforlaget.
<https://doi.org/10.18261/9788215031637-2019-01>
- Brochmann, N. & Dahl, E. S. (2018). *Gleden med skjeden - alt du trenger å vite om underlivet*. Aschehoug.
- Brooks, P. (2006). *Understanding Popular Science*. McGraw-Hill Education.
- Brown, T. (1994). Towards a Hermeneutical Understanding of Mathematics and Mathematical Learning. I P. Ernest (Red.), *Constructing Mathematical Knowledge: Epistemology and Mathematics Education* (s. 152-161). The Falmer Press.
- Bungum, B., Hauge, H. & Rødseth, S. (2012). Fysikkstudenten fra studiestart til mastergrad
Motivasjon, verdier og prioriteringer. *Uniped*, 35(3), 3-15.
<https://doi.org/10.3402/uniped.v35i3.19886>
- Carlsen, B., Müftüoğlu, I. B. & Riese, H. (2014). Forskning i media - Forskere om motivasjon og erfaringer fra medieintervjuer. *Norsk Medietidsskrift*, 21(3), 188-208.
<https://doi.org/10.18261/ISSN0805-9535-2014-03-02> E
- Chang, B., Xu, R. & Watt, T. (2018, 7.-10. juni). The Impact of Colors on Learning. Adult Education Research Conference, Victoria BC, Canada.
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2018). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt forlag.
- Cipra, B. (2004). *Tribute to a mathematician*. A K Peters.
- Conic Games. (u.å.). Exponential Idle. I. https://exponential-idle.fandom.com/wiki/Exponential_Idle_Wiki
- Darling, D. & Banerjee, A. (2018). *Weird Maths: At the Edge of Infinity and Beyond*. Oneworld Publications.

- Darling, D. & Banerjee, A. (2019). *Weirder Maths: At the Edge of Impossible*. Oneworld Publications.
- Darling, D. & Banerjee, A. (2021). *Weirdest Maths: At the Frontier of Reason* Oneworld Publications.
- De nasjonale forskningsetiske komiteene (NESH). (2021). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap og humaniora*. h. Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap, juss og teologi.
<https://www.forskningsetikk.no/ressurser/publikasjoner/retningslinjer-nesh/>
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum Press.
- Devold, G. (2008-nåtid). [TV-program]. *Luksusfellen*. BUMP Productions / Rubicon TV.
- Duarte, K. & Eide, E. (2018). Når vitenskapen skal "ut": Fra klimarapport til klimajournalistikk. *Norsk Medietidsskrift*, 25(3), 1-18. <https://doi.org/10.18261/ISSN.0805-9535-2018-03-02>
- Easybrain. (u.å.). *Sudoku*. Easybrain. Hentet 29. november, 2021 fra <https://sudoku.com/>
- Eide, M. & Ottosen, R. (1994). 'Science journalism' without science journalists: notes on a Norwegian media paradox. *Public Understanding of Science*, 3(4), 425-434.
<https://doi.org/10.1088/0963-6625/3/4/005>
- Ekiz, Selda (Programleder). (2020-nåtid). *Smartere på 10 Minutter* [Podkast]. NRK.
https://radio.nrk.no/podkast/smartere_paa_10_minutter
- Ekiz, S. (2019a). *Smartere med Selda! - matte 3.-4. trinn*. Victoria.
- Ekiz, S. (2019b). *Smartere med Selda! - matte 5.-7. trinn*. Victoria.
- Fangen, K. (2010). *Deltagende observasjon*. Fagbokforlaget.
- Fauskanger, J. (2016). Matematikklæreres oppfatninger om ingrediensene i god matematikkundervisning (Fauskanger, 2016) *Acta Didactica Norge*, 10(3), 1-18.
<https://journals.uio.no/adno/article/view/2560/3306>
- Ferrer, M. (2018). Vi som karret oss opp i lyset. *Nytt Norsk Tidsskrift*, 35(1), 59-69.
<https://doi.org/10.18261/issn.1504-3053-2018-01-06>
- Fothergill, Alastair (Produsent), Allan, Doug (Cinematograf), Elsbury, Martin (Redaktør) & Netley, Andy (Redaktør) (2006). [Dokumentarserie]. *Planet Earth*. BBC Natural History Unit.
- Frøslie, K. F. (2016, 14. april). Skrell og tell med 4d. *Statistrikk*.
<https://www.statistrikk.no/2016/04/14/skrell-og-tell-med-4d/>
- Frøslie, K. F. (2016-nåtid). *Statistrikk. En populærvitenskapelig strikkeblogg*.
<https://www.statistrikk.no/publikasjonsliste/>
- Frøslie, K. F. (2017, 8. september). Oppskrift på Stortinget-sitteunderlag. *Statistrikk*.
<https://www.statistrikk.no/2017/09/08/oppskrift-pa-stortinget-sitteunderlag/>
- Frøslie, K. F. (2020). *The R number, crocheted. Made for the exhibition CoviDesign, by the popular science knitting blogger Statistrikk* [YouTube-video]. Læringscenteret ved NMBU.
https://vimeo.com/474690089/0bd2e76aa6?embedded=true&source=video_title&owner=57723166
- Frøslie, K. F. (2020, 8. oktober). CoviDesign: Smittetallet R. *Statistrikk*.
<https://www.statistrikk.no/2020/10/08/covidesign-smittetallet-r/>
- Frøyland, M., Stuedahl, D. & Sandberg, V. (2018). Kapittel 1: Teori og metoder. I *UtVite-modellen* (s. 14-35). <https://doi.org/10.18261/9788215031088-2017-03>
- Gale, Catherine (Regissør) , Boeree, Liv (Programleder) & Fry, Hannah (Programleder). (2018). *Slik vinner du*. Wingspan Productions. <https://tv.nrk.no/program/KOID26009818>
- Galende, N., Rojo, V. & Arrivillaga, A. R. (2019). The Influence of Beliefs in the Process of Teaching-Learning Mathematics. *Journal of Psychological and Educational Research*, 27(2), 88-110.
- Garfjeld, Marit (Produsent) & Leine, Jan Erlend (Programleder). (2011-nåtid). *EKKO* [Radioprogram]. NRK. <https://radio.nrk.no/serie/ekko/sesong/202202>
- Gathering 4 Gardner. (2014). *Martin Gardner—Writer*. Gathering 4 Gardner. Hentet 22. november fra <http://www.martin-gardner.org/WRITER.html>
- Ghiasvand, S. (2019). [Fotografi]. [Taket i graven til den persiske poeten, Hafez]. Shiraz.
<https://unsplash.com/photos/URNybiCn9d0>

- Gjerstad, L. (2015, 11. mars). Forskning som leseren forstår. *forskning.no*.
<https://forskning.no/forskningsformidling-media/forskning-som-leseren-forstar/507635>
- Goodreads. (2022). *Popular Science*. Hentet 5. april fra
<https://www.goodreads.com/genres/popular-science>
- Gowon, R. P. (2009). Effects of Television and Radio on Speaking and Writing Skills of Senior Secondary School Students in Jos Metropolis. *An International Multi-Disciplinary Journal*, 3(2), 92-108.
- Gudiksen, J. (2005). Formidling – En karakteristik af forskellige formidlingsforståelser og deres kommunikationsteoretiske og forskningstypologiske grundlag. *Dansk Biblioteksforskning*, 1(2), 31-40. <https://doi.org/10.7146/danbibfor.v1i2.97647>
- Haavi, Anders (Regissør) & Wahl, Andreas (Programleder) (2012-2020). [TV-program]. *Folkeopplysningen*. NRK.
<https://tv.nrk.no/serie/folkeopplysningen/2020/KMTE50003220/avspiller>
- Hamilton, G. (u.å.). *MathPickle - Putting your students in a pickle!* <https://mathpickle.com/>
- Hannula, M. S. (2002). Attitude towards mathematics: emotions, expectations and values. *Educational Studies in Mathematics*, 49(1), 25-46.
<https://doi.org/10.1023/A:1016048823497>
- Haran, B. (2011-nåtid). *Numberphile* [YouTube-kanal]. <https://youtube.com/channel/UCoxciq-8xIDTYp3uz647V5A>
- Hart, V. (2009-nåtid). *Vi Hart* [YouTube-kanal]. <https://www.youtube.com/user/Vihart>
- Haug, D. (2014). Det er krise i humaniora! – Uff, nå igjen. Stakkars dem. *Nytt Norsk Tidsskrift*, 31(3), 282-288. <http://www.idunn.no/nnt/2014/03/-det-er-krise-i-humaniora-uff-naa-igjen-stakkars-dem>
- Henriksen, E. K., Jensen, F. & Sjaastad, J. (2015). The Role of Out-of-School Experiences and Targeted Recruitment Efforts in Norwegian Science and Technology Students' Educational Choice. *International Journal of Science Education, Part B*, 5(3), 203-222.
<https://doi.org/10.1080/21548455.2014.900585>
- Hinna, K. R. C. & Røsselund, M. (2022). Kunnskapsløftet. I T. S. Gustavsen, R. A. Rinvoold, K. R. C. Hinna & T. Sundtjønn (Red.), *QED 1-7. Matematikk for grunnskolelærerutdanningen. Bind 1* (2. utg., s. 743-823). Cappelen Damm Akademisk.
- Holm-Glad, Christian (Regissør), Røislien, Jo (Manusforfatter) & Rose, Sunniva (Forteller) (2015). *Sushi og Kjernekraft* [Kortfilm]. VGTV. <https://www.vgtv.no/video/109733/sushi-og-kjernekraft>
- Holm-Glad, Christian (Regissør), Røislien, Jo (Programleder, redaktør), Bolstad, H. (Redaktør), Nome, M. (Redaktør), Lystad, M. M. (Redaktør) & Hersoug, K. (Produsent). (2011). [TV-serie]. *Siffer*. NRK. https://www.youtube.com/channel/UcKQcSEQqCSCD3dYhTs_zlMA
- Holm-Glad, Christian (Regissør) & Wahl, Andreas (Programleder). (2016). [TV-program]. *Med livet som innsats*. <https://tv.nrk.no/serie/med-livet-som-innsats>
- Hope, C., Grimsæth, G. & Hallås, B. O. (2017). Ungdomstrinn i utvikling. I A. Strømme (Red.), *Ungdomstrinn i utvikling* (s. 259-283). Universitetsforlaget.
- Hornby, A. S. (2013). science. I J. Turnbull, D. Lea, D. Parkinson & P. Phillips (Red.), *Oxford Advanced Learner's Dictionary* (8. utg.). Oxford University Press.
- Hu, X., Zhang, B. & Wang, X. (2019). The Development of a Science Popularization Venue System and its Impact on Science Culture Dissemination. *Cultures of Science*, 2(3), 203-215.
<https://doi.org/10.1177/209660831900200304>
- Hurum, J. H. & Helleve, T. (2011). *Ida*. Cappelen Damm.
- Hurum, J. H. & Helleve, T. (2012). *Monsterøglene på Svalbard*. Cappelen Damm.
- Hurum, J. H. & Helleve, T. (2015). *Sjøskorpionen på Ringerike*. Cappelen Damm.
- Hurum, J. H. & Helleve, T. (2016). *Utrolige dinosaurer*. Cappelen Damm.

- Jagušt, T., Botički, I. & So, H.-J. (2018). Examining competitive, collaborative and adaptive gamification in young learners' math learning. *Computers & Education*, 125, 444-457. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.022>
- James Marsh, (Regissør). (2014). *The Theory of Everything* [Film]. Universal Pictures.
- Jemterud, Torkild (Programleder), Hobson, Annette (Produsent), Tarjem, Guro (Produsent), Raklev, A. (Programleder), Gråbøl-Undersrud, E. (Programleder) & Svensen, H. (Programleder). (2011-nåtid). *Abels Tårn* [Radioprogram/podkast]. NRK. https://radio.nrk.no/podkast/abels_taarn
- Jemterud, Torkild (Programleder), Hobson, Annette (Produsent), Tarjem, Guro (Produsent), Raklev, A. (Programleder), Gråbøl-Undersrud, E. (Programleder), Svensen, H. (Programleder), Bjorås, Charlotte S. (Gjest), Undersrud, Elisabeth G. (Gjest), Røislien, Hanne E. (Gjest), Røislien, Jo (Gjest) & Iqbal, Yasmin S. (Gjest). (2021, 18. juni). [Podkast]. I *Abels Tårn*. <https://radio.nrk.no/serie/abels-taarn-radio/sesong/202106/MDFP05002421>
- Kaplan, R. & Kaplan, E. (2007). *Out of the Labyrinth: Setting Mathematics Free*. Oxford University Press.
- Karlsen, Kristian (Redaktør), Skjønberg, Lars O. (Programleder) & Lie, Dennis Siva (Programleder). (1995-nåtid). [TV-program]. *Newton*. NRK. <https://tv.nrk.no/serie/newton>
- Khim, S. (2012-). *Brilliant.org*. Brilliant. <https://brilliant.org/daily-problems/>
- Knorr, W. R., Gray, J. J., Berggren, J. L., Folkerts, M. & Fraser, C. G. (2020). mathematics. I *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/mathematics>
- Kristiansen, J. E. (2018). *Tall kan temmes! - hvordan forstå og bruke statistikk*. Cappelen Damm akademisk.
- Kucharski, A. J. (2018). Ten simple rules for writing a popular science book. *PLoS Comput Biol*, 14(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005808>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2017). *Det Kvalitative Forskningsintervju* (3. utg.). Gyldendal Akademisk.
- Kylinich, M. A. & Pokalyhina, M. V. (2013). About dialogicity of paratext elements 'introduction/conclusion' in English language popular science. *News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2(3), 776-770.
- Labov, W. (1972). *Sociolinguistic patterns*. University of Pennsylvania.
- Lakatos, I. (1963). Proofs and Refutations. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 14(53), 1-25.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (2003). *Hverdagslivets metaforer - Fornuft, følelser og menneskehjernen* (M. Hidle, Overs.). Pax.
- Lan, L. P. (2022, 28. januar 2022). E-post fra Norsk faglitterær forfatter- og oversetterforening.
- Lin, K. Y. (2004). Number of Sudokus. *Journal of Recreational Mathematics*, 33(2), 120-124.
- Lo, C. K. & Hew, K. F. (2020). A comparison of flipped learning with gamification, traditional learning, and online independent study: the effects on students' mathematics achievement and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*, 28(4), 464-481. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1541910>
- Lockhart, P. (2009). *A mathematician's lament: How school cheats us out of our most fascinating and imaginative art form*. Bellevue literary press.
- Logic Ltd. (u.å.). 2048. <https://2048.ninja/>
- Lyngbø, Dagfinn (Programleder) & Herland, Anne-Kat (Programleder). (2010). [TV-program]. *Lyngbø og Herlands Big Bang*. NRK. <https://tv.nrk.no/serie/lyngboe-og-haerlands-big-bang/sesong/1>
- MacDonald, A. (2015-nåtid). *the Mathemactivist* [YouTube-kanal]. <https://ayliean.com/math-art>
- Marcet, J. (2008). *Conversations on Chemistry*. Rarebooksclub.
- Matematikksenteret. (u.å.). *Konkurranser i matematikk*. Matematikksenteret. Hentet 25. november fra <https://www.matematikksenteret.no/konkurranser/abelkonkurransen/om-abelkonkurransen>
- McClure, M., Hall, K., Brooks, E., Allen, C. & Lyle, K. (2020). A pedagogical approach to science outreach. *PLoS Biol*, 18(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000650>

- Meyers, G. (2003). Discourse Studies of scientific popularization: Questioning the Boundaries. *Discourse Studies*, 5(2), 175-206.
- Naftulin, D. H., Ware, J. E. & Donnelly, F. A. (1973). The doctor Fox lecture: A paradigm of educational seduction. *Journal of Medical Education*, 48, 630-635.
- Nielsen, H., Phelan, J. & Walsh, R. (2015). Ten Theses about Fictionality. *Narrative*, 23, 61-73. <https://doi.org/10.1353/nar.2015.0005>
- Nintendo. (2012-2019). Brain Age. [Dataspill]. Nintendo.
- Norli. (2022). *Søkeresultat: populærvitenskap*. Hentet 5. april fra <https://www.norli.no/energi?q=popul%C3%A6rvitenskap>
- Nosrati, M. & Wæge, K. (2015). *Sentrale kjennetegn på god læring og undervisning i matematikk*. Matematikksenteret. <https://www.matematikksenteret.no/nettbutikk/sentrale-kjennetegn-%C3%A5-god-l%C3%A6ring-og-undervisning-i-matematikk>
- NOU 2003: 16. (2003). *I første rekke. Forsterket kvalitet i en grunnopplæring for alle*. Utdannings- og forskningsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/37a02a7bd6d94f5aacd8b477a3a956f3/no/pdfs/nou200320030016000dddpdfs.pdf>
- NRK. (2022a). *NRK Skole*. NRK. Hentet 27. november fra <https://www.nrk.no/skole/>
- NRK. (2022b). *NRK Viten*. NRK. Hentet 27. november fra www.nrk.no/viten/
- Núñez, R. E. & Lakoff, G. (2000). *Where Mathematics Comes From*. Basic Books.
- Øgrim, O. (2009). *Eksperimentboka*. Kolofon.
- Ogunsola-Bande, M. F. (1996, september). Mathematics in Physics Which Way Forward: The Influence of Mathematics On Students' Attitudes to the Teaching of Physics. the Annual Meeting of the National Science Teachers Association Nigeria.
- Ormestad, Helmut (Programleder) & Øgrim, Otto (Programleder). (1963-1990). [TV-program]. *Fysikk på roterommet*. NRK. <https://tv.nrk.no/serie/fysikk-paa-roterommet/1963/FOLA63015863/avspiller>
- Orteil. (2013-nåtid). *Cookie Clicker*. Orteil. Hentet 23. november fra <https://orteil.dashnet.org/cookieclicker/>
- Ottosen, R. (1987). *Forskningsformidling i fjernsyn: en undersøkelse av samarbeidet mellom journalister og forskere i NRK-fjernsynet*. Norsk Journalisthøgskole.
- Parker, M. (2009-nåtid). *Stand-Up Maths* [Youtube-kanal]. <https://www.youtube.com/user/standupmaths>
- Parker, M. (2014). *Things to Make and Do in the Fourth Dimension: A Mathematician's Journey Through Narcissistic Numbers, Optimal Dating Algorithms, at Least Two Kinds of Infinity, and More*. Macmillan.
- Parker, M. (2019). *Humble Pi: A Comedy of Maths Errors*. Penguin UK.
- Parsons, P. (2016). *Teorier på 30 sekunder* (A. Høydalsnes, Overs.). Exlibris Media.
- Phelps-Gregory, C. M., Frank, M. & Spitzer, S. M. (2020). Prospective Elementary Teachers' Beliefs About Mathematical Myths: A Historical and Qualitative Examination. *The Teacher Educator*, 55(1), 6-27. <https://doi.org/10.1080/08878730.2019.1618423>
- Pilkington, O. A. (2018a). The fictionalized reader in popular science: reader engagement with the scientific community. *De Gruyter Mouton*, 38(6), 753-773. <https://doi.org/https://doi.org/10.1515/text-2018-0022>
- Pilkington, O. A. (2018b). *Presented Discourse in Popular Science : Professional Voices in Books for Lay Audiences*. Brill.
- Pizzolatto, Nic (Skaper), Cuddy, Carol (Produsent), Rodgers, Aida (Produsent) & Feldman, Peter (Produsent). (2014-2019). [Krimdramaserie]. *True Detective*. HBO.
- Polster, B. (2015-nåtid). *Mathologer* [YouTube-kanal]. YouTube. <https://www.youtube.com/c/Mathologer/about>
- Project Euler. (u.å.). *About Project Euler*. Project Euler. Hentet 31. januar fra <https://projecteuler.net/about>

- Rangnes, T. E. (2012). *Elevers matematikksamtaler. Læring i og mellom praksiser* [Doktorgradsavhandling, UiA].
- Reich, H. (2011-nåtid). *Minute Physics* [YouTube-kanal].
<https://www.youtube.com/user/minutephysics/about>
- Ridderstrøm, H., Skjæringstad, K. I. & Vold, T. (2015). Kulturformidlingens hva, hvorfor og hvordan. I H. Ridderstrøm (Red.), *Litteratur- og kulturformidling*. Pax.
- Robinson-Maine, L. (2020, 2. februar). *Top Tips for Pecha Kucha Presenters* [YouTube-video].
https://www.youtube.com/watch?v=5df7XtyvDb4&t=193s&ab_channel=LeanneRobinson-Maine
- Røislien, J. & Frøslie, K. F. (2013). *Tall forteller: hvordan bruke tall til å finne ut om verden er slik du tror den er*. Gyldendal akademisk.
- Røislien, J. & Nome, M. (2011). *Siffer*. Versal Forlag.
- Ron Howard, (Regissør). (2001). *A Beautiful Mind* [Film]. B. Grazer & R. Howard; Universal Pictures.
- Rose, S. (2011-nåtid, 26. mai). About nuclear physics and research and stuff. *SunnivaRose*.
<https://sunnivarose.no/>
- Rose, S. (2019, 3. juli). Portrettintervju og stråledoser på fly. *SunnivaRose*.
<https://sunnivarose.no/2019/07/03/portrettintervju-og-straledoser-pa-fly/>
- Rose, S. (2020). *Vi er stjernestøv: kjernefysikk for folk flest*. Egmont People.
- Rosling, H., Rosling, O. & Ronnlund, A. R. (2019). *Factfulness - ti knep som hjelper deg å forstå verden*. Cappelen Damm.
- Skillingås, S. (2020, 4. september). Vil lukke kjønnsgapet i realfagene. *NTNU Nyheter*.
<https://www.ntnu.no/nyheter/vil-lukke-kjonns-gapet-i-realfagene/>
- Skrede, S. (2014). *Forskningjournalistikk eller forskningsformidling? Om pressens selvbedrag og forskernes forvirring* [Masteroppgave, Universitetet i Bergen].
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S. & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating Productive Mathematical Discussions: Five Practices for Helping Teachers Move Beyond Show and Tell. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(4), 313-340. <https://doi.org/10.1080/10986060802229675>
- Stewart, I. (2010, 24. mai). Scholars and Others Pay Tribute to "Mathematical Games" Columnist Martin Gardner. *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/scholars-and-others-pay-t/>
- Store norske leksikon. (2015, 14. desember). pytagoreerne. I *Store norske leksikon*. Hentet 15. september fra <https://snl.no/pytagoreerne>
- Store norske leksikon. (2019, 26. mars). artes liberales. I *Store norske leksikon*. Hentet 15. september fra https://snl.no/artes_liberales
- Store norske leksikon. (2021, 9. juli). vitenskap. I *Store norske leksikon*. Hentet 4. mai, 2022 fra <https://snl.no/vitenskap>
- Stoyanova, M., Tuparova, D. & Samardzhiev, K. (2017). Gamification in 11th Grade Mathematics Lessons – One Possible Interactive Approach. I M. E. Auer, D. Guralnick & J. Uhomibhi, *Interactive Collaborative Learning Cham*.
- Strømsø, H. (2016). Forførende entusiasme: 40 års forskning på Dr. Fox-effekten. *Uniped*, 39(2), 118-130. <https://doi.org/10.18261/issn.1893-8981-2016-02-0>
- Suvatne, S. S. (2015, 4. mai). Erlend Loes tv-serie forsvinner: - NRKs veier er uransakelige. Det er alltid en syvende far i huset der. *Dagbladet*. <https://www.dagbladet.no/kultur/erlend-loes-tv-serie-forsvinner---nrks-veier-er-uransakelige-det-er-alltid-en-syvende-far-i-huset-der/60665573>
- Svensen, H. (2012). Hvor ble det av populærvitenskapen? *Tidsskrift for sakprosa*, 3.
- Thagaard, T. (2018). *Det vitenskapsteoretiske grunnlaget for kvalitative metoder* (5. utg.). Fagbokforlaget.
- Tjore, H. (2012). *Mattemagi - over 100 morsomme, magiske, praktiske og nyttige matematikkøvelser for trent og utrent*. Kagge Forlag.

- Tønnesson, J. (2018). Forskningsformidling er også kontrovers. *Nytt Norsk Tidsskrift*, 35(1), 70-79. <https://doi.org/10.18261/issn.1504-3053-2018-01-07>
- Tschudi-Madsen, S. (2021). *kubisme*. Hentet 2. februar fra <https://snl.no/kubisme>
- Tyldum, Morten (Regissør). (2014). *The Imitation Game* [Film]. N. Grossman, I. Ostrowsky & T. Schwarzman; The Weinstein Company.
- Ulvik, M. (2021, 7. juni). Det er ikke kunnskap som er mangelvare i skolen, skolen må bli mer interessant. *forskersonen*. <https://forskersonen.no/kronikk-meninger-politikk/det-er-ikke-kunnskap-som-er-mangelvare-i-skolen-skolen-ma-bli-mer-interessant/1869331>
- Universitetet i Oslo. (2000). *Protokoll møte nr. 1/2000 i det akademiske kollegium*. Universitetet i Oslo. http://web.archive.org/web/20050315231901/http://www.admin.uio.no:80/kollegiet/moter/kart_prot2000/mote1/protokoll_1_2000.html
- Universitetet i Stavanger. (2021, 18. januar). *COVCOM - Fighting a pandemic through translating science*. Hentet 6. januar fra <https://www.uis.no/en/covcom-fighting-pandemic-through-translating-science>
- Universitets- og høyskoleloven. (2005). *Lov om universiteter og høyskoler* (LOV-2005-04-01-15). Lovdata. <https://lovdata.no/lov/2005-04-01-15/§1-1>
- Utdanningsdirektoratet. (2017a). *Aksjonslæring*. Hentet 25. mars fra <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/utvikle-praksis-sammen/aksjonslaring/>
- Utdanningsdirektoratet. (2017b). *Læreplan i matematikk 1.–10. trinn*. <https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-lk20/MAT01-05.pdf?lang=nob>
- Utdanningsdirektoratet. (2017c). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/>
- Vitensenter.no. (u.å.). *Vitensentrene i Norge*. Hentet 4. januar fra <https://www.vitensenter.no/vitensentrene-i-norge/>
- Vogt, Y. (2020). *Tilfeldig!?!; Neppel!: om tilfeldighetene som styrer livet ditt*. Spartacus.
- Votrina, E. N. (2012). *The Function of Dialogicity in Popular Science of the 20th Century*. Volgograd, Russian Federation.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wahl, A. (2010). *Nært - sært - spektakulært: 63 naturfaglige triks og eksperimenter*. Gyldendal.
- Wahl, A. (2012). *Fysikkmagi*. Kagge forlag.
- Webb, D. C., Nina Boswinkel & Dekker, T. (2008). Beneath the Tip of the Iceberg: Using Representations to Support Student Understanding. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 14(2). <https://doi.org/10.5951/MTMS.14.2.0110>
- Weiskopf, D., Borchers, M., Ertl, T., Falk, M., Fechtig, O., Frank, R., Grave, F., King, A., Kraus, U., Müller, T., Nollert, H. P., Rica Mendez, I., Ruder, H., Schafhitzel, T., Schär, S., Zahn, C. & Zatloukal, M. (2006). Explanatory and illustrative visualization of special and general relativity. *IEEE Trans Vis Comput Graph*, 12(4), 522-534. <https://doi.org/10.1109/tvcg.2006.69>
- Wendelborg, C., Dahl, T., Røe, M. & Buland, T. (2020). *Elevundersøkelsen 2019: Analyse av Utdanningsdirektoratets brukerundersøkelser* (2020). NTNU Samfunnsforskning AS. <https://www.udir.no/globalassets/filer/tall-og-forskning/rapporter/2020/elevundersokelsen-2019---rapport-c.pdf>

Vedlegg 1: Et utvalg populærmatematiske bøker på norsk og engelsk

Tittel	Utgitt	Forfatter/redaktør	Forlag
Flatland: A Romance of Many Dimensions	1884	Edwin A. Abbott, Banesh Hoffmann (forord)	Dover Publications Inc.
The Canterbury Puzzles	1907	Henry E. Dudeney	Dover Publications Inc.
How To Solve It: A New Aspect of Mathematical Method	1944	George Pólya, John H. Conway (forord)	Princeton University Press
The Moscow Puzzles: 359 Mathematical Recreations	1954	Boris Kordemsky	Dover Publications Inc.
A History of π	1970	Petr Beckmann	St. Martin's Griffin
Concepts of Modern Mathematics	1975	Ian Stewart	Dover Publications Inc.
The Tokyo Puzzles	1978	Kobon Fujimura, Martin Gardner	Biddles
What's the Name of this Book	1978	Raymond M. Smullyan	Touchstone Books
Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid	1979	Douglas Hofstadter	Basic Books
Handbook of Cubic Math	1982	Alexander H. Frey Jr., David Singmaster	Enslow
Winning Ways for Your Mathematical Plays	1982	Elwyn R. Berlekamp, John H. Conway, Richard K. Guy	A K Peters
Winning Ways for your mathematical plays. Volume 2: Games in Particular	1982	Elwyn R. Berlekamp, John H. Conway, Richard K. Guy	A K Peters
Surely You're Joking, Mr. Feynman! (Adventures of a Curious Character)	1985	Richard P. Feynman, Ralph Leighton	W. W. Norton & Company
Winning Ways for Your Mathematical Plays, Volume 3	1986	Elwyn R. Berlekamp, John H. Conway, Richard K. Guy	A K Peters
Forever Undecided: A Puzzle Guide To Gödel	1987	Raymond M. Smullyan	Oxford Paperbacks
Sliding Piece Puzzles	1987	Edward Hordern, L.E. Hordern	Oxford University Press
"What Do You Care What Other People Think?": Further Adventures of a Curious Character	1988	Richard P. Feynman, Ralph Leighton	W. W. Norton & Company
A Brief History of Time	1988	Stephen Hawking	Bantam
A Briefer History of Time: The Science Classic Made More Accessible	1988	Stephen Hawking, Leonard Mlodinow	Bantam
Game, Set and Math: Enigmas and Conundrums	1989	Ian Stewart	Penguin Press
Journey Through Genius	1990	William Dunham	Penguin Press
To Infinity and Beyond: A Cultural History of the Infinite	1991	Eli Maor	Princeton University Press
17 Equations that Changed the World	1993	Eli Maor	Princeton University Press
What's Happening in the Mathematical Sciences	1993	Barry Cipra	American Mathematical Society
The Mathematical Universe: An Alphabetical Journey Through the Great Proofs, Problems, and Personalities	1994	William Dunham	Wiley
What's Happening in the Mathematical Sciences V.2	1994	Barry Cipra	American Mathematical Society
What's Happening in the Mathematical Sciences, Vol.3: 1995-1996	1996	Barry Cipra	American Mathematical Society
Fermat's Enigma: The Epic Quest to Solve the World's Greatest Mathematical Problem	1997	Simon Singh, John Lynch	Turtleback Books
The Number Devil	1997	Hans Magnus Enzensberger	Henry Holt and Company

The Puzzling Adventures of Dr. Ecco	1997	Dennis E. Shasha	Dover Publications Inc.
An Imaginary Tale: The Story of $\sqrt{-1}$	1998	Paul J. Nahin	Princeton University Press
What's Happening in the Mathematical Sciences, 1998-99	1998	Barry Cipra	American Mathematical Society
Fysik per vers: En trippel Newton och andra sånger	1999	Sören Törnkvist	Nya Doxa
Mathemagician and Pied Puzzler: A Collection in Tribute to Martin Gardner	1999	Elwyn R. Berlekamp	A K Peters
The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory	1999	Brian Greene	W. W. Norton & Company
$E=mc^2$: A Biography of the World's Most Famous Equation	2000	David Bodanis, Simon Singh (forord)	Berkley Publishing Group
Zero: The Biography of a Dangerous Idea	2000	Charles Seife	Viking
The Colossal Book of Mathematics: Classic Puzzles, Paradoxes, and Problems	2001	Martin Gardner	W. W. Norton & Company
Imagining Numbers (particularly the square root of minus 15)	2002	Barry Mazur	Penguin Press
What's Happening in the Mathematical Sciences 5	2002	Barry Cipra	American Mathematical Society
Gamma: Exploring Euler's Constant	2003	Julian Havil	Princeton University Press
Gummistrikkgeometri	2003	Nils Kr. Rossing, Bjørn Dundas	Vitensenteret i Trondheim
Moneyball: The Art of Winning an Unfair Game	2003	Michael Lewis	W. W. Norton & Company
Prime Obsession: Bernhard Riemann and the Greatest Unsolved Problem in Mathematics	2003	John Derbyshire	Joseph Henry Press
The Fabric of the Cosmos: Space, Time, and the Texture of Reality	2003	Brian Greene	Vintage
The Music of the Primes: Searching to Solve the Greatest Mystery in Mathematics	2003	Marcus du Sautoy	Harper Perennial
When Least is Best	2003	Paul J. Nahin	Princeton University Press
The Calculus Gallery	2004	William Dunham	Princeton University Press
The Universal Book of Mathematics: From Abracadabra to Zeno's Paradoxes	2004	David Darling	Wiley
Tribute to a mathemagician	2004	Barry Cipra	A K Peters
Visual IQ-tests	2004	Jola Sigmond	Sterling
Winning Ways for Your Mathematical Plays, Volume 4	2004	Elwyn R. Berlekamp, John H. Conway, Richard K. Guy	A K Peters
Uendelighetens Historie: en kort veiviser til det grenseløse, tidløse og endeløse	2005	John D. Barrow	Vintage
The Shoelace Book: A Mathematical Guide to the Best (and Worst) Ways to Lace Your Shoes	2006	Burkard Polster	American Mathematical Society
What's Happening in the Mathematical Sciences, Vol. 6	2006	Dana Mackenzie	American Mathematical Society
Finding Moonshine: A Mathematician's Journey Through Symmetry	2007	Marcus du Sautoy	Fourth Estate
Nonplussed!: Mathematical Proof of Implausible Ideas	2007	Julian Havil	Princeton University Press
Tall kan temmes! - hvordan forstå og bruke statistikk	2007	Jan Kristiansen	Cappelen Damm akademisk
How Many Socks Make a Pair	2008	Rob Eastaway	RJ Books
Impossible?: Surprising Solutions to Counterintuitive Conundrums	2008	Julian Havil	Princeton University Press
The Unfinished Game: Pascal, Fermat, and the Seventeenth-Century Letter that Made the World Modern	2008	Keith Devlin	Basic Books
What's Happening in the Mathematical Sciences, Vol. 7	2008	Dana Mackenzie	American Mathematical Society

Eksperimentboka	2009	Otto Øgrim	Kolofon
Teorier på 30 sekunder	2009	Paul Parsons	Exlibris Media
1089 and All That: A Journey into Mathematics	2010	David Acheson	Oxford University Press
Energi: Livets fundament og sivilisasjonens grunnlag	2010	Øystein Kock Johansen	Kagge forlag
Here's Looking at Euclid: A Surprising Excursion Through the Astonishing World of Math	2010	Alex Bellos	Simon & Schuster
Mattemagi	2010	Håvard Tjore	Kagge forlag
Nært - sært - spektakulært: 63 naturfaglige triks og eksperimenter	2010	Andreas Wahl	Gyldendal Norsk Forlag AS
The Best Writing on Mathematics: Volume 1	2010	Mircea Pitici	Princeton University Press
The Grand Design	2010	Stephen Hawking, Leonard Mlodinow	Bantam
The House of Wisdom: How Arabic Science Saved Ancient Knowledge and Gave Us the Renaissance	2010	Jim Al-Khalili	Penguin Press
What's Happening in the Mathematical Sciences, Vol. 8	2010	Dana Mackenzie	Eurospan
Siffer	2011	Jo Røislien, Magnus Nome	Versal Forlag
The Best Writing on Mathematics: Volume 2	2011	Mircea Pitici	Princeton University Press
The Number Mysteries: A Mathematical Odyssey Through Everyday Life	2011	Marcus du Sautoy	Fourth Estate
Fysikkmagi	2012	Andreas Wahl	Kagge forlag
In Pursuit of the Unknown	2012	Ian Stewart	Basic Books
Naked Statistics: Stripping the Dread from the Data	2012	Charles Wheelan	W. W. Norton & Company
The Best Writing on Mathematics: Volume 3	2012	Mircea Pitici	Princeton University Press
The Joy of x: A Guided Tour of Math, from One to Infinity	2012	Steven Strogatz	Mariner Books
Den Matematiske Krydderhylle	2013	Nils Kr. Rossing	Vigmostad & Bjørke AS
Tall forteller	2013	Kathrine Frey Frøslie, Jo Røislien	Gyldendal Norsk Forlag AS
The Best Writing on Mathematics: Volume 4	2013	Mircea Pitici	Princeton University Press
The Simpsons and Their Mathematical Secrets	2013	Simon Singh	Bloomsbury Publishing
What's Happening in the Mathematical Sciences (Vol. 9)	2013	Dana Mackenzie	American Mathematical Society
Alex Through the Looking Glass: How Life Reflects Numbers and Numbers Reflect Life	2014	Alex Bellos	Bloomsbury Publishing
Everyday Calculus: Discovering the Hidden Math All Around Us	2014	Oscar E. Fernandez	Princeton University Press
John Napier: Life, Logarithms, and Legacy	2014	Julian Havil	Princeton University Press
Mathematical Understanding of Nature: Essays on Amazing Physical Phenomena and Their Understanding by Mathematicians	2014	Vladimir I. Arnold	American Mathematical Society
Quantum Mechanics: The Theoretical Minimum	2014	Leonard Susskind, Art Friedman	Basic Books
Syv korte leksjoner i fysikk	2014	Carlo Rovelli	Spartacus
The Best Writing on Mathematics: Volume 5	2014	Mircea Pitici	Princeton University Press
Things to Make and Do In the Fourth Dimension	2014	Matt Parker	Farrar, Straus and Giroux
What If?: Serious Scientific Answers to Absurd Hypothetical Questions	2014	Randall Munroe	Mariner Books
Det usynlige universet	2015	Jostein Riiser Kristiansen	Humanist forlag
Spurious Correlations	2015	Tyler Vigen	Hachette Books
Statistics Done Wrong: The Woefully Complete Guide	2015	Alex Reinhart	No Starch Press

The Best Writing on Mathematics: Volume 6	2015	Mircea Pitici	Princeton University Press
The Mathematics of Love::Patterns, Proofs, and the Search for the Ultimate Equation	2015	Hannah Fry	Simon & Schuster
Calculating the Cosmos	2016	Ian Stewart	Basic Books
Summing It Up: From One Plus One to Modern Number Theory	2016	Avner Ash, Robert Gross	Princeton University Press
The Best Writing on Mathematics: Volume 7	2016	Mircea Pitici	Princeton University Press
The Indisputable Existence of Santa Claus: The Mathematics of Christmas	2016	Thomas Oléron Evans, Hannah Fry	Transworld Digital
What's Happening in the Mathematical Sciences (Vol. 10)	2016	Dana Mackenzie	American Mathematical Society
A Dingo Ate My Math Book: Mathematics from Down Under	2017	Burkard Polster, Marty Ross	American Mathematical Society
A Most Elegant Equation: Euler's Formula and the Beauty of Mathematics	2017	David Stipp	Basic Books
Astrophysics for People in a Hurry	2017	Neil deGrasse Tyson	W. W. Norton & Company
Hvordan fatte matte	2017	Anne Lene Johnsen, Elin Natås	Panta
The Best Writing on Mathematics: Volume 8	2017	Mircea Pitici	Princeton University Press
Tid	2017	Carlo Rovelli	Spartacus
Visions of Numberland	2017	Alex Bellos	Bloomsbury Publishing
Brief Answers to the Big Questions	2018	Stephen Hawking	Bantam
Factfulness - ti knep som hjelper deg å forstå verden	2018	Hans Rosling	Cappelen Damm AS
Hello World: Being Human in the Age of Algorithms	2018	Hannah Fry	W. W. Norton & Company
How Numbers Work: Discover the strange and beautiful world of mathematics	2018	New Scientist	John Murray Learning
Lys; en fortelling om regnbuen og nordlyset, flammene og ildfluene, og mennesket	2018	Bjørn H. Samset	Spartacus
Math with Bad Drawings: Illuminating the Ideas That Shape Our Reality	2018	Ben Orlin	Black Dog & Leventhal
Mattetriks på null komma niks: Bli mester i hurtigregning	2018	Yngve Vogt	Vega
The Best Writing on Mathematics: Volume 9	2018	Mircea Pitici	Princeton University Press
The Life-Changing Magic of Numbers: How Maths Shape Everyday Life	2018	Bobby Seagull	Virgin Books
Weird Maths: At the Edge of Infinity and Beyond	2018	David Darling, Agnijo Banerjee	Oneworld Publications
Advanced Calculus Explored	2019	Hamza E. Alsamraee	Curious Math Publications
Bayesian Statistics the Fun Way: Understanding Statistics and Probability with Star Wars, LEGO, and Rubber Ducks	2019	Will Kurt	No Starch Press
Change Is the Only Constant: The Wisdom of Calculus in a Madcap World	2019	Ben Orlin	Black Dog & Leventhal
Curves for the Mathematically Curious: An Anthology of the Unpredictable, Historical, Beautiful, and Romantic	2019	Julian Havil	Princeton University Press
Humble Pi: A Comedy of Math Errors	2019	Matt Parker	Riverhead Books
Infinite Powers: How Calculus Reveals the Secrets of the Universe	2019	Steven Strogatz	Mariner Books
Matte på liv og død: 7 matematiske prinsipper som påvirker livet vårt	2019	Kit Yates	Cappelen Damm
Smartere med Selda! - matte 3.-4. trinn	2019	Selda Ekiz	Victoria
Smartere med Selda! - matte 5.-7. trinn	2019	Selda Ekiz	Victoria
Something Deeply Hidden: Quantum worlds and the emergence of spacetime	2019	Carrol Sean	Dutton

The Best Writing on Mathematics: Volume 10	2019	Mircea Pitici	Princeton University Press
Weirder Maths: At the Edge of Impossible	2019	David Darling, Agnijo Banerjee	Oneworld Publications
What's Happening in the Mathematical Sciences (Vol. 11)	2019	Dana Mackenzie	American Mathematical Society
Cut the Knot: Probability Riddles	2020	Alexander Bogomolny	Wolfram Media
Fysikk enkelt forklart	2020	Anja Røyne	Universitetsforlaget
Numbers Don't Lie: 71 things about the world you probably didn't know	2020	Vaclav Smil	Viking
Paradoxes: Guiding Forces in Mathematical Exploration	2020	Hamza E. Alsamraee	Curious Math Publications
The Best Writing on Mathematics: Volume 11	2020	Mircea Pitici	Princeton University Press
The Bogota Puzzles	2020	Bernardo Recamán Santos	Dover Publications Inc.
Tilfeldig?; Neppe!: om tilfeldighetene som styrer livet ditt	2020	Yngve Vogt	Spartacus
Until the End of Time: Mind, Matter, and Our Search for Meaning in an Evolving Universe	2020	Brian Greene	Knopf
Vi er stjernestøv: kjernefysikk for folk flest	2020	Sunniva Rose	Egmont People
Helgoland	2021	Carlo Rovelli	Spartacus
Math Without Numbers	2021	Milo Beckman	Dutton
Proofs: A Long-Form Mathematics Textbook	2021	Jay Cummings	Eget forlag
Shape: The Hidden Geometry of Information, Biology, Strategy, Democracy, and Everything Else	2021	Jordan Ellenberg	Penguin Press
Tallskalle: hvordan tallene styrer livet vårt	2021	Micael Dahlén, Helge Thorbjørnsen	Vigmostad & Bjørke AS
The Best Writing on Mathematics: Volume 12	2021	Mircea Pitici	Princeton University Press
The Wonder Book of Geometry: A Mathematical Story	2021	David Acheson	Oxford University Press
Weirdest Maths: At the Frontier of Reason	2021	David Darling, Agnijo Banerjee	Oneworld Publications

Vedlegg 2: Populærvitenskapelige og rekreasjonelle medier omtalt i studien

Navn	Type medium	Innholdsskaper	Beskrivelse	År
2048	Puslespill	Gabriele Cirulli	Skyvespill som bruker tallene 2^n som brikker.	2014
3blue1brown	Youtube-kanal	Brant Sanderson	Vidoer om avanserte matematiske konsepter.	2015-
A Beautiful Mind	Film	Universal Pictures	Biografisk spillefilm om John Nash, med Russel Crowe i hovedrollen.	2001
A Treatise on the Astrolabe	Instruksjonsbok	Geoffrey Chaucer	Manuskript fra middelalderen som beskriver bruken av et instrument brukt til å undersøke stjernehimmelen. Kanskje et av de tidligste eksemplene på populærvitenskap.	1391
Abelkonkurransen	Matematikk-konkurranse	Norsk matematisk forening	Konkurranse i matematisk problemløsning for elever i videregående skole.	2007-
Abels Tårn	Instruksjonsbok	Torkild Jemterud	Ekspertpanel diskuterer vitenskapelige og filosofiske spørsmål sendt inn av nysgjerrige lyttere.	2011-
Aftenposten Historie	Tidsskrift	Aftenposten	Magasin som tar for seg historiske og dagsaktuelle hendelser.	2014-
Aylean MacDonald	Youtube-kanal	Aylean MacDonald	Videoer om matematisk kunst og kuriositeter. MacDonald er matematikklærer i grunnskolen og deler erfaringer og tips hun bruker i sin undervisning.	2017-
Brain Age	Dataspill	Nintendo	Serie av spill med hjernetrim på Nintendo DS.	2005-2019
Brilliant.org	Nettside	Sue Khim	Problemløsningsoppgaver innen matematikk og naturvitenskap.	2012-
Conversations on Chemistry	Bok	Jane Marcet	Lærebok om kjemi. Satt opp som en samtale mellom en lærer og hennes to elever. Introduserte kjemi for et bredere kvinnelig publikum tidlig på 1800-tallet.	1805
Cookie Clicker	Klikkerspill	Orteil	Klikkerspill der man klikker på skjermen for å samle digitale sjokoladekjeks. Etter hvert begynner spillet å drive seg selv og klikkingen blir overflødig.	2013
CovCom	Kommunikasjonsbyrå	Jo Røislien	Forskningsprosjekt som fokuserer på Covid-19 og hvordan helsevitenskap bør kommuniseres utad.	2021
EKKO	Radioprogram	NRK	Samfunnsmagasin på radio. Ekspert i studio forteller om vitenskapelige og dagsaktuelle temaer.	2011
Eksperimentboka	Bok	Svenn Lilledal Andersen, Otto Øgrim	Samling av fysikkeksperimenter som kan utføres hjemme eller på skolen.	2005
Exponential Idle	Klikkerspill	Conic Games	Klikkerspill der man klikker på skjermen for å samle på matematiske variabler. Etter hvert begynner spillet å drive seg selv og klikkingen blir overflødig.	2021
Factfulness: ti knep som hjelper deg å forstå verden	Bok	Hans Rosling	Boken bruker empirisk statistikk for gjøre rede for en rekke utbredte misforståelser om verden vi lever i.	2018
Folkeopplysningen	TV-program	NRK	Andreas Wahl utforsker og faktasjekker kontroversielle temaer med vitenskapelig metode og gravende journalistikk.	2012-
Fysikk på Roterommet	Bok	NRK	Otto Øgrim og Helmut Ormestad gjennomfører fysikkeksperimenter på TV.	1963-1990
Fysikkmagi	Bok	Andreas Wahl	Inneholder en rekke små eksperimenter som kan utføres hjemme eller på skolen.	2012
GeoGebra	Dataprogram	Markus Hohenwarter	Dataprogram som kan brukes til å tegne geometriske figurer og utføre beregninger.	2001
Gleden med skjeden	Bok	Nina Brochmann, Ellen Støkken Dahl	Populærvitenskapelig bok om det kvinnelige underliv.	2018
Humble Pi	Bok	Matt Parker	Fortellinger om virkelige hendelser der små feil i matematiske utregninger fikk store konsekvenser.	2019
Hva feiler det deg?	TV-program	NRK / Nordvisjon	Underholdningsprogram der to lag konkurrerer om å stille diagnoser på ekte pasienter.	2016-
Ida	Bok	Jørn hurum	Bok om primatfossilen 'Ida'. Et viktig ledd i utviklingen mellom halvaper og ekte aper.	2011

Illustrert Vitenskap	Tidsskrift	Bonier Publications International	Internasjonalt populærvitenskapelig tidsskrift.	1984-
Kengurukonkurransen	Matematikk-konkurransen	Matematikk-senteret	Årlig internasjonal matematikkonkurransen for elever fra 4.-10. trinn.	2005-
Luksusfellen	TV-program	Rubicon TV	Reality-program hvor profesjonelle økonomer hjelper nordmenn som har havnet i en vanskelig økonomisk situasjon.	2008-
Lyngbø og Herlands Big Bang	TV-program	NRK	Populærvitenskapelig underholdningsprogram med Anne-Kat Herland og Dagfinn Lyngbø. Fast ekspertpanel tar imot spørsmål fra publikum.	2010
M.C. Escher	Kunst	-	Grafisk kunstner fra Nederland. Kjent for sin matematisk inspirerte kunst og optiske illusjoner.	1898-1972
Magiske Mønstre	Youtube-kanal	Roger Antonsen	Videoer om matematikken bak dagligdagse fenomener som musikk, spill og sjonglering.	2016
Maker Space	-	-	Et rom som er tilpasset skapende pedagogisk aktivitet innen STEM. Gjerne fylt med utstyr som f.eks. 3D-printer, CNC-maskin, loddebolt og symaskin.	-
MathCity	Museum	MathsWorldUK	Vitensenter i Leeds, England. Inneholder installasjoner av matematisk art med pedagogisk hensikt.	2014-
Mathematikum	Museum	Albrecht Beutelspacher	Vitensenter i Geißen, Tyskland. Inneholder installasjoner av matematisk art med pedagogisk hensikt.	2002-
Mathologer	Youtube-kanal	Burkard Polster	Relativt avanserte videoer hvor Polster, med glimt i øyet, forteller om matematisk argumentasjon og bevis.	2015-
Mathpickle.com	Nettside	Gordon Hamilton	Samling av matematiske ressurser, spill og videoer til bruk i matematikkundervisning i både barnehage, grunnskole og videregående skole.	-
Mattemagi	Bok	Håvard Tjøre	Over 100 morsomme, magiske, praktiske og nyttige matematikkøvelser for trent og utrent	2010
Med livet som innsats	TV-program	NRK	Underholdningsprogram. Fysiker Andreas Wahl setter seg selv i tilsynelatende livsfarlige situasjoner, men blir reddet av fysikkens lover.	2014
Minecraft	Dataspill	Mojang Studios	Verdens mest solgte dataspill. Byggesimulator med stor grad av frihet. Finnes også i skoleutgave.	2011-
Minutephysics	Youtube-kanal	Henry Reich	Korte videosnutter som forklarer fysiske konsepter.	2011-
MoMath	Museum	Glen Whitney	Vitensenter i New York City, USA. Inneholder installasjoner av matematisk art med pedagogisk hensikt.	2009-
Monopol	Brettspill	Lizzie Maggie, Charles Darrow	Populært familieboardspill der målet er å kjøpe opp eiendom og ruinere motstanderen.	1935-
Monsterøglene på Svalbard	Bok	Jørn Hurum, Torstein Helleve	Beskrivelser og forestillinger om dinosaurer som levde i havet for 147 millioner år siden.	2012
Nært - sært - spektakulært: 63 naturfaglige triks og eksperimenter	Bok	Andreas Wahl	Samling av fysikk eksperimenter som kan utføres hjemme eller på skolen.	2010
Newton	TV-program	NRK	Populærvitenskapelig magasin for barn og unge.	1995-
Numberphile	Youtube-kanal	Brady Haran	Haran filmer matematikere som snakker om interessante tall og deler funfacts om matematikk.	2011-
Pecha Kucka	Foredrag	Astrid Klein, Mark Dytham	Et formidlingsformat der presentøren får kun 20 sekunder på å vise og fortelle om hvert lysbilde.	2003
Planet Earth	TV-program	BBC	Naturfotografi av høy kvalitet. Kommentert av den anerkjente naturforskeren David Attenborough.	2006
ProjectEuler.net	Nettside	Project Euler	Samling av flere hundre utfordrende matematikk- og programmeringsoppgaver.	-
Proofs and Refutations	Bok	Imre Lakatos	Lakatos fremmer sitt syn på matematisk filosofi. Presentert som en rekke sokratiske samtaler mellom en gruppe studenter.	1976

Rubiks kube	Puslespill	Erno Rubik	Kube med seks fargede sider delt i ni. Kuben skal vris så alle sidene får samme farge.	1974
Siffer	TV-program	Jo Røsilien, Christian Holm-Glad	Populærmatematisk TV-program på NRK med Jo Røsilien. Tar for seg ulike matematiske temaer i 8 episoder. H over en halv million seere.	2011
Siffer	Bok	Jo Røsilien, Magnus Nome	Samling av anekdoter om matematiske oppdagelser.	2011
Sjørskorpionen på Ringerike	Bok	Jørn Hurum, Torstein Helleve	Fortellingen om en av verdens best bevarte sjørskorpionfosiller.	2015
Sketchometry	Dataprogram	Universitetet i Bayreuth	Tysk dataprogram som kan brukes til å tegne geometriske figurer og utføre beregninger.	2013
Slik vinner du	TV-program	Wingspan Productions	Dr. Hannah Fry forteller matematikken rundt oss i hverdagslivet.	2013
Smartere med Selda! -matte 1.-4. trinn	Bok	Selda Ekiz	Matematikkhefte med morsomme, litt vanskeligere oppgaver for elever på 1.-4. trinn.	2019
Smartere med Selda! -matte 5.-7. trinn	Bok	Selda Ekiz	Matematikkhefte med morsomme, litt vanskeligere oppgaver for elever på 5.-7. trinn.	2019
Smartere på 10 minutter	Radioprogram/ Podkast	NRK	Selda Ekiz forteller historiske og vitenskapelige anekdoter for å svare på spørsmål, som 'hvor mye veier en sky?' eller 'hva kom først av høna og egget?'. Diverse matematikkvideoer presentert av matematiker, vitenskapsformidler og stand-up-komiker, Matt Parker.	2020-
Stand-up Maths	Youtube-kanal	Matt Parker		2009-
Statistikk	Blogg	Kathrine Frey Frøslie	Blogg med strikkeoppskrifter, som regel satt i kontekst av statistikk. For eksempel skjerf basert på normalfordelingskurven.	2016-
Sudoku	Puslespill	-	Japansk tallpuslespill. Eksploerte i vesten tidlig på 2000-tallet da hongkongeren Wayne Gould skrev et dataprogram som raskt kunne produsere nye brett.	-
SunnivaRose	Blogg	Sunniva Rose	'Rosablogg' om fysikk av kjernefysiker Sunniva Rose.	2011-
Sushi og Kjernekraft	Kortfilm	Christian Holm-Glad, Jo Røsilien	Kortfilm/Epos om kjernekraft. Sunniva Rose har fortellerstemmen.	2015
Tall forteller	Bok	Kathrine Frey Frøslie, Jo Røsilien	Forfatterne skriver om hvordan man kan bruke tall til å finne ut om verden er slik du tror den er.	2013
Tall kan temmes	Bok	Jan Kristiansen	Statistikk forklart på en enkel og lettfattelig måte.	2007
TED	Foredrag	Richard Saul Wurman, Harry Marks	Serie av foredrag på ca. 15 min. Presentørene får i oppdrag om å holde sitt livs foredrag.	1984-
Teknisk Ukeblad	Tidsskrift	Teknisk Ukeblad Media	Ukentlig tidsskrift om ingeniørvitenskap med over 250 000 lesere.	1883-
Teorier på 30 sekunder	Bok	Paul Parson	Raske, enkle forklaring på 50 kjente vitenskapelige teorier, f.eks. relativitetsteorien og evolusjonsteorien.	2009
The Imitation Game	Film	Black Bear Pictures	Biografisk spillefilm. Benedict Cumberbatch spiller Alan Turing, matematiker og kryptoanalytiker, som bidro til å løse den tyske Enigma-koden under andre verdenskrig.	2014
The Theory of Everything	Film	Universal Pictures	Biografisk spillefilm om fysiker Stephen Hawking. Eddie Redmayne innehar hovedrollen.	2014
Things to Make and Do in the 4th Dimension	Bok	Matt Parker	Fascinerende teorier og ideer knyttet til matematikk.	2014
TikTok	Sosialt medium	ByteDance	Kinesisk videodelingsmedium. Registrerte over en milliard brukere i 2021.	2016-
Tilfeldig? Neppel!	Bok	Yngve Vogt	Vogt forklarer logikken bak store talls lov og andre statistiske fenomener.	2020
Tribute to a Mathemagician	Bok	Barry Cipra	Samling av matematiske puslerier inspirert av Martin Gardner, den rekreasjonelle matematikkens far.	2004
True Detective	TV-serie	HBO	Amerikansk krimserie. Varierende rollebestning.	2014-2019

Turtle Graphics	Programmerings- språk	Wally Feurzeig, Seymour Papert, Cynthia Solomon	Nedstrippet versjon av programmeringsspråket Python. Mye brukt til å lære bort programmering til barn og andre nybegynnere.	1967
Uendelighetens Historie	Bok	John D. Barrow	Barrow utforsker uendelighetsbegrepet, med perspektiver fra både fysikk, matematikk, filosofi og teologi.	2006
Utrolige Dinosaurer	Bok	Jørn Hurum, Torstein Helleve	Illustrert barnebok som fokuserer på noen av de mindre kjente dinosaurer.	2016
Vi er stjernestøv	Bok	Sunniva Rose	Kjernefysikk forklart på en enkel og lettfattelig måte.	2020
Vi Hart	Youtube-kanal	Victoria Hart	Videoer om rekreasjonell matematikk, som papirbretting og musikalsk matematikk.	2009-
Visualiseringer av Mandelbrotmengden	Kunst	Benoît Mandelbrot	Fargerike fremstillinger av fraktaler utledet av komplekse tall, basert på likningen: $z_{n+1} = z_n^2 + c$	-
Vitensentre	Museum	Vitensenter- foreningen	Populærvitenskapelig opplevelses- og læringscenter med små og store installasjoner. Finnes 13 stykker i Norge, og mange andre steder i verden.	-
Weird Maths	Bokserie	David Darling, Agnijo Banerjee	Bokserie i tre deler om spennende og spesielle konsepter hentet fra matematikken.	2018-2021

Vedlegg 3: Intervjuguide

Hva kjennetegner populærvitenskapelig formidling av matematikk?

E-post: XXXXXX@stud.hvl.no

Tlf: XXX XX XXX

1. Har du lest informasjonsskrivet jeg sendte deg i forkant, har du ev. noen spørsmål til det?
2. Hva jobber du med?
3. Hva er din pedagogiske bakgrunn eller tilknytning?
4. Hvordan er ditt forhold til matematikk?
 - Yrkesmessig: Jobber du eller har du jobbet innen matematikk?
 - Rekreasjonelt: Bruker du matematikk på fritiden?
 - Filosofisk: Hvordan ser du på matematikk i forhold til andre disipliner og i samfunnet ellers?
5. Hva slags forhold har du til populærmatematikk¹, hva slags medier bruker du til å kommunisere matematikk til et bredt publikum og hva er det forrige populærmatematiske opplegget du var involvert i?
6. Forholder du deg til læreplanen eller lignende når du utvikler opplegg?
 - Hvis ikke, hva er det som regel som legger føringene for innholdet?
7. Når du har holdt et foredrag, lagd et TV-program/podkast e.l.:
 - hvordan vet du at opplegget ditt fungerer?
 - hvordan måler du at det fungerer?
 - hvordan vet du hva publikum sitter igjen med?
 - bruker du mye tid på å evaluere slike opplegg i etterkant?
8. Har du noen slags erfaring/opplæring innen media, markedsføring og det å nå ut til mange mennesker? Er det relevant for det du driver med?
9. Støtter du deg på noen form for teori eller rammeverk i din vitenskapsformidling?
10. Hva slags andre profesjonelle aktører samarbeider du med i utformingen av ditt medium? (filmskapere, grafiske designere, produsenter, manusforfattere, etc.)
11. Er det noen forskjell på vanlig undervisning og slik du formidler matematikk på andre arenaer?
12. Er det noe man bør absolutt unngå når man skal formidle vitenskap, som kanskje ikke er åpenbart, med andre ord – Noen fallgruver en bør passe seg for?
13. Hva er den viktigste erfaringen du har fra ditt virke som vitenskapsformidler?
14. Er det noe du savner i norske klasserom/noen anbefalinger som du gjerne skulle sett mer av i norsk matematikkundervisning på mellomtrinnet?
15. Noen flere kommentarer?

¹ Populærvitenskap som handler om matematikk.

Vedlegg 4: Svar på spørsmål fra intervjuene

Spørsmål	Lars-André Tokheim	Jo Røislien	Roger Antonsen	Kathrine Frey Frøysle
Hva jobber du med?	Professor i prosesseteknologi på Universitetet i Sørøst-Norge [12]	Prof. i medisinsk statistikk ved UIS / media og formidling [8]	førsteamanuensis på UIO ved inst. for informatikk, både forsker og underviser i logisk metode [14]	førsteamanuensis i statistikk ved NMBU [8]
Har du noen vektall eller studiepoeng i pedagogikk?	Kurs i høyskolepedagogikk [14]	Ingenting [10]	Null [18]	Universitetspedagogikk. Men gikk lenge uten vektall [10]
Jobber du eller har du jobbet innen matematikk?	Bruker det hele tiden [16]	Underviser grunnkurs i statistikk og hjelper folk med statistiske beregninger i medisinsk forskning [8]	Utviklet maker space. Jobbet i studieklubben på institutt for informatikk, skrevet pensumbøker [16]	Jobber med anvendelser av matematikk [12]
Bruker du matematikk på fritiden?	Til Excel-beregninger [18]	Historie om nattspeil [8]	Selskapsleker, Sudoku, kunst, sjonglering [22]	Sudoku, små nøtter, statistisk håndarbeid [12]
Hvordan ser du på matematikk filosofisk og i forhold til andre disipliner og i samfunnet ellers?	Ekstremt viktig. Sammen med norsk og engelsk er det de viktigste fagene man kan lære. [20]	«får du bragt abstrakte ting ned til det håndterlige og da begynner verden å leve i større grad, det synes jeg er gøy!» [12] / «matematikk er jo ingenting» [20]	matematikk for meg det er kunsten å abstrahere og tenke abstrakt og det er på en måte vitenskap om mønstre [22]	Skiller mellom matematikk og statistikk / Jo mer vi verden / Matematikk handler om abstraksjon og reduksjon [12]
Hva slags medier bruker du til å kommunisere matematikk til et bredt publikum?	Foredrag [21]	Bøker, radio, TV, reklame, foredrag [8]	Foredrag, YouTube, leserinnlegg [24]	Blogg, radio, video, foredrag [14]
Hva var det forrige populærematematiske opplegget du var involvert i?	Foredrag om personlig CO ₂ -avtrykk. [24]	CovCom [18]	Artikkel i det svenske tidsskriftet <i>Närmaren</i> om keltske knuter [28]	Brukte LEGO i undervisningen [16]
Forholder du deg til læreplan/temaer eller lignende når du utvikler opplegg?	«Det tror jeg nok ikke at jeg gjør» [22]	«Nei. Hva er det som er fett? Det driver vi med. Og så vil vi selvfølgelig oppdage at veldig mange av de tingene vi snakker om tanger inn på læreplanen, mange steder. Så mange av de tingene jeg har vært med på å lage, havner jo inn i klasserommet i hele Skandinavia, så det er kult, men det var aldri poenget». [46]	Nei, prøver hele tiden å trekke tråder til det folk har inne i hodet sitt, «hva kan jeg bruke dette til?» eller «hvorfor skal jeg tenke på dette?» for å prøve å gjøre det relevant [48]	Nei. Skulle gjerne gjort det andre veien, men det krever mye tilpasning [22]
Hvis ikke, hva er det som regel som legger føringene for innholdet?	«skal være noe populærvitenskapelig så tenker jeg «hva er det folk kan forstå på en relativt grei måte». [22]	Motivasjon er alfa og omega for alt mulig. Den indre motoren, og hvordan får du folk til å velge noe [20]	Bare hva jeg synes er gøy / Hva folk spør om [48]	Innfallsmetoden. Dagsakutelle, viktige temaer [24]
Hvordan vet du at opplegget ditt fungerer, hvordan måler du at det fungerer og hvordan vet du hva publikum sitter igjen med?	Spørsmål / Tester ut ting flere ganger [26]	Du har ingen feedback i det hele tatt. Det eneste du har er menneskene rundt deg som du må stole på underveis [34]	Man vet jo aldri det / prøver å fortelle noe på forskjellige måter / tilpasser meg publikum [34]	Veldig vanskelig. Ser på variasjon i seertall/bespøkestall og eventuelle tilbakemeldinger [18]
bruker du mye tid på å evaluere slike opplegg i etterkant?	Skriver ned ting som kunne vært gjort annerledes / egen følelse / det er kommunikasjon med publikum egentlig, som er nøkkelen i det [28]	Prøver og feiler. [36]	Endret meg mye, men lærer det etter hvert [36]	Ja, men det er mye magerfølelse [18]
Har du noen slags erfaring/opplæring innen media, markedsføring og det å nå ut til mange mennesker? Er det relevant for det du driver med?	Vært på kurs i formidling [32]	Jobbet masse i TV og reklamebransjen [8]	Teaterimprov [40] / Coaching av TED [38]	Foredrag om bla. når det på døgnnet det lønner seg å publisere. Men ofte skilr det litt ut [18]
Støtter du deg på noen form for teori eller rammeverk i din vitenskapsformidling?	Formelen: ARBEID [34]	Erfaring fra mange forskjellige aktører [36] / Henter inspirasjon fra praktisk biologi- og fysikkundervisning [18]	Lest noen bøker, bla. om math circles, pecha kucha [38]	Jeg har ikke noe rammeverk [18]
Hva slags andre profesjonelle aktører samarbeider du med i utformingen av ditt medium? (filmskapere, grafiske designere, produsenter, manusforfattere, etc.)	Gjør ting alene [36]	Regissører, manusforfattere, journalister, tekstforfattere, klippere, fotografer, location scouts, produsenter, programledere [493] / man er som lærer, nødt til å samarbeide. Hvis ingen enkelthjerne skal fylle nok gøy til å fylle mattetimen etter mattetimen i tår etter tår [32]	gjør det meste selv. Har leid inn tjenester fra Rubicon, hjelp med manus, filming, lyd/lys og klipping [42]	Mesteparten på egen hånd. Wedesigner. Gjestebloggere/eksperter [20]
Er det noen forskjell på vanlig undervisning og slik du formidler matematikk på andre arenaer?	Språk (norsk vs engelsk) / faglig nivå / mer tid på pop.vit. [38]	Krav til newness og kreativitet, valgfrihet i hva man kan snakke om [36]	Mer bundet av planer i undervisning, mer seriøs [46]	Bundet av emneplanen / Må bearbeides mye før det ene kan overføres til det andre [22]
Er det noe man bør absolutt unngå når man skal formidle vitenskap, som kanskje ikke er åpenbart, med andre ord – Noen fallgruver en bør passe seg for?	-	Ikke fuke entusiasme, ikke bruk eksempler du ikke har tro på selv, det blir gjennomskuet [48]	Ikke snakke altfor lenge om temaer som ikke fenger publikum [38]	Ikke avbryte sine egne tanker [30]
Hva er den viktigste erfaringen du har fra ditt virke som vitenskapsformidler?	Formidling er viktig for samfunnsoppdraget [40]	«Ta heller å gjør et forsøk, så får det heller gå på trynet. Vi elsker jo folk som gråter og ler og angrer og hva som helst, folk som er mennesker». [50]	det å ta noe og visualisere det og gjøre det veldig spennende og interaktivt, laget mange ressurser [52] Mangfold og variasjon [34]	det er gøy. Folk blir entusiastiske / Spill på lag med mediet du har valgt [30]
Er det noe du savner i norske klasserom/ noen anbefalinger som du gjerne skulle sett mer av i norsk matematikkundervisning på mellomtrinnet?	Jeg kan ikke si at jeg har tatt så mye av de populærvitenskapelige foredragene liksom inn i undervisninga, det tror jeg ikke [42]	Synd at de har kuttet ut så mye geometri [20] / Mer lama i skolen! Mer badeander i slow motion, mer et eller annet som skjjer [46]	maker space, 3D-printer og laserskjærer og loddebolt og å kunne utfolde seg / jeg skulle ønske at alle klasserom hadde matematiske kunstverk, Rubiks kube i hvert hjørne [50] mer programmering [52]	Vanskelig å svare på. For stor avstand til skolen [32]
Noen flere kommentarer?	-	Det som funker for en er ikke sikkert at fungerer like bra for andre [48]	Mer lek i klasserommet [54]	Ikke alle skal nødvendigvis drive med formidling. Jeg prøver å bidra med litt engasjement [34]
Virkemidler nevnt	Viktig å ta i bruk digitale hjelpemidler [46]	visualisering, eksperimentering, farger, eksempler [48] / innovasjon, oppdatere seg for å matche popkulturturen [36] / det veldig store, men også det veldig intime [38] / samle gode eksempler hvor matematikk brukes i det virkelige liv [20]	Visualiseringer [38] Mangfold og variasjon [34] drama og teater [40]	Være bevisst på bruk av medium / Bilder av mennesker / kroppspråk [30]

¶11: Vedlegg 5: Transkripsjon av intervju med Lars André Tokheim

¶12:

¶13: Jeg: Hei, heil Takk for at du ville stille opp til intervju for mitt masterprosjekt.

¶14: Lars-André: Bare hyggelig.

¶15: Jeg: Aller først, har du lest informasjonsskrivet som jeg sendte deg i forkant av intervjuet?

¶16: Lars-André: Ja, det har jeg lest.

¶17: Jeg: Har du noen spørsmål rundt det informasjonsskrivet før vi setter i gang?

¶18: Lars-André: Nei, jeg synes det så veldig enkelt og greit og ryddig ut.

¶19: Jeg: Da kan vi sette i gang da! Aller først, hva heter du?

¶110: Lars-André: Jeg heter Lars-André Tokheim.

¶111: Jeg: Hva jobber du med akkurat nå?

¶112: Lars-André: Professor i prosess teknologi på Universitet i Sørøst-Norge.

¶113: Jeg: Hva er din pedagogiske bakgrunn eller tilknytning?

¶114: Lars-André: Jeg har først og fremst en faglig bakgrunn med doktorgrad i forbrenning. Så egentlig fysikkrelatert, fysikk og kjemi. Men så har jeg høgskolepedagogikk gjennom universitetet, eller [det som] den gang [het] høgskolen i Telemark. Så det er den eneste rene pedagogiske opplæringa jeg har. Og det var en sånn intern kursing som alle må gjennom for å være kvalifisert, kan du si, til å få lov til å undervise på det nivået, eller undervise masterstudenter.

¶115: Jeg: Så lurer jeg på, hvordan er ditt forhold til matematikk? Først lurer jeg på det yrkesmessige – hvordan du forholder deg til matematikk i jobben din.

¶116: Lars-André: Jeg bruker matematikk hele tida, hver dag. Jeg regner på et eller annet hver dag vil jeg si, i jobben min. Både i forskningen og i forbindelse med undervisning, så inngår det veldig mye matematikk.

¶117: Jeg: Bruker du matematikk på fritida, gjør du noe utenom jobben også når det kommer til matematikk?

¶118: Lars-André: Ja, det er på et relativt lavt nivå da. Men det er jo matematikk å holde på med beregninger i Excel og sånt noe, og lage grafer og alt sånt. Det er jo matematikk som ligger under det. Men det er på et forholdsvis lavt nivå.

¶119: Jeg: Kanskje på et litt mer filosofisk nivå, hvordan betrakter du matematikk som disiplin i forhold til andre fag, og hva slags verdi har matematikk på et litt større nivå?

¶120: Lars-André: Ekstremt stor verdi. For meg så er egentlig matematikk og norsk ... og engelsk, de tre tingene der er pilarene tenker jeg, i hvert fall i alt som vi driver med, vi som er ingeniører og som skal utdanne ingeniører. Det er det du trenger egentlig – du må kunne regne, også må du kunne skrive bra for å fortelle resten av verden hva du har regnet på. Også må du helst kunne gjøre det også på engelsk, derfor så har jeg med engelsk også. Så de tre tinga der er ekstremt viktige, og uten matematikken så hadde du ikke fått gjort noe som helst egentlig.

Coding Density

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Entusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Entusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

Coding Density

- 2. Mottaker

121: Jeg: Så kan vi jo gå videre til litt mer yrkesmessige spørsmål tilbake igjen. Når du lager opplegg, enten i undervisningssammenheng eller for så vidt, og fortrinnsvis i populærvitenskapelig sammenheng. Forholder du deg til noe læreplan eller noe lignende sentrale dokumenter når du utvikler et foredrag eller lignende?

122: Lars-André: Det tror jeg nok ikke at jeg gjør. Men det er nok kanskje fordi at jeg underviser jo ikke i matematikk, for jeg underviser jo i andre typer ingeniørfag da, altså mer fysikk- og kjemitype fag hvor matematikken er mer et hjelpemiddel. Et verktøy for å løse problemer innen fysikk og kjemi, for å si det litt enkelt. Så læreplaner i matematikk har egentlig ikke jeg noe særlig forhold til. Så derfor har det vært mer ... hvis det skal være noe populærvitenskapelig så tenker jeg «hva er det folk kan forstå på en relativt grei måte» så da gjelder det liksom å framstille det enklest mulig, for eksempel med grafiske framstillinger og sånne ting selv om det ligger kompliserte beregninger bak liksom, så blir det mer resultatet da, som kommer frem hvis det er det populærvitenskapelige vil jeg si. Med kommentarer knyttet til det.

123: Jeg: knyttet til fysikk og kjemi. Hva er det siste populærvitenskapelige foredraget du holdt?

124: Lars-André: Det siste jeg holdt det var om personlig CO2-foravtrykk, for biblioteket i Lier. Vi har noe som heter Iørdagsuniversitet på USN. Og filosofien bak det er at den forskninga som vi driver på universitet, den skal på en måte komme ut blant folk da. Og derfor så har vi gjort en avtale med folkebibliotekene i vår region, altså i Telemark, Vestfold og Buskerud. Og biblioteket på USN har en sånn lang rekke med såkalte populærvitenskapelige foredrag som er tilgjengelig for alle de folkebibliotekene til å velge blant, også kan de kontakte oss hvis de interesserte i få noen av oss til å holde et sånt foredrag, så det er alle mulige temaer da. Jeg har tre temaer der, og jeg har holdt foredrag om alle de temaene da, og nå sist så var det om personlig CO2-fotavtrykk. Det har jeg holdt elleve ganger i veldig mange forskjellige settinger. Også har jeg et annet et om elbil – bærekraftighet av elbil, som jeg også har holdt noen ganger, også har jeg ett om CO2-fangst. Så det har jeg holdt på en del med, alle de tre tinga parallelt, siste to-tre åra.

125: Jeg: Når du har holdt et foredrag, eller for så vidt når du står og holder et foredrag. Hvordan vet du at det fungerer? Kan du måle på noen måte at det fungerer, hvordan vet du hva publikum sitter igjen med og hvordan evaluerer du det eventuelt?

126: Lars-André: Det er jo litt vanskelig, men én måte kan jo være hvis det er en del spørsmål, enten underveis eller på slutten, da kan jo det være et tegn på at de i hvert fall har fått med seg en del og ønsker å forstå litt mer av noen få ting som de har snappa opp. Men eller så blir det litt sånn at du tester ut ting flere ganger, og da får du litt inntrykk av om det går hjem eller ikke da. Det ene foredraget som jeg har hatt elleve ganger, nå føler jeg at der har jeg fått masse spørsmål og sånn og masse tilbakemeldinger, som tyder på at folk får med seg innholdet da. Men det er ikke så lett å vite det første gangen om det vil gå hjem, det er det ikke.

127: Jeg: Bruker du noe særlig tid på å evaluere et foredrag i etterkant?'

128: Lars-André: Ja, skal vi se.. Jeg går i hvert fall gjennom foredraget etterpå, eller jeg noterer meg ting som jeg tenker at «det skulle vært gjort på en litt annen måte», for det hender at jeg merker underveis at ting kanskje ble litt for vanskelig, eller unødvendig og sånne ting, så etter hvert foredrag så har jeg gjort små forandringer for å justere litt da. Men det er mer basert på egen følelse av hvordan det går når jeg står og holder foredraget mer enn akkurat at noen har fortalt meg det. Men litt går på spørsmål, at jeg får spørsmål som er veldig relevante også innsjer jeg da at «det

burde jeg ha snakka om, det burde jeg ha nevnt», og da tar jeg det inn. Så det er mye det, det er kommunikasjon med publikum egentlig, som er nøkkelen i det.

¶129: Jeg: Ja, men det er kult! Har du liksom samlet deg opp noe erfaring eller opplæring innen medievitenskap eller markedsføring og det å nå ut til mange mennesker på én gang, har du noen erfaring på det?

¶130: Lars-André: Ingenting. Altså, ikke noe sånn at jeg har liksom gått på noe kurs eller et eller annet sånt noe, det har jeg ikke.

¶131: Jeg: [Begynner på nytt spørsmål]

¶132: Lars-André: [Skyter inn] Men jeg har ... det jeg faktisk har, som jeg føler at jeg har hatt veldig stor nytte av, det er at jeg har gått på et kurs, vi hadde et internt kurs, om å holde foredrag. Hvor vi leide inn to personer – den ene var hun der Siri Lill Mannes fra TV2, jobba for TV2 tidligere, som nyhetsoppleser på TV2. Og en til da. Og de to hadde et veldig bra kurs, som vi gikk på for en god del år siden, og hvor vi på en måte fikk en litt sånn drilling i på en måte hvordan du skal både strukturere et foredrag for å gjøre det interessant for publikum, for å holde på interessen eller for å få interessen først og klare å holde på den, og i tillegg da liksom strukturen på sånne ting, og også hvordan du [humrende] «oppfører deg», altså med stemmebruk og kroppsspråk og ja, alt det som publikum opplever når du holder et foredrag. Der hadde vi et kurs og det synes jeg var utrolig bra, og den formelen [...] som jeg lærte den gangen, den bruker jeg fremdeles.

¶133: Jeg: Var det noen form for teori eller rammeverk [...], eller var det mer på en måte slags tips som de også hadde mer uformelt anskaffa seg og videreformidlet, hvor formelt var det på den måten?

¶134: Lars-André: Jeg vil si at de hadde nok helt sikkert i utgangspunktet masse erfaring begge to. For han, Arne, han som er med på det, han har jo vært foredragsholder i mange år og vært trener i Brann og litt av hvert sånt noe. Veldig vant til å snakke foran mange folk og det er hun også. Så de to, de hadde veldig masse, skal vi si, uformell kunnskap på en måte – erfaringer. Men de hadde også prøvd å formalisere det, så de hadde en slags, du kan godt si det var en teori, de hadde en teori, ja kall det en formel, på hvordan de mente at det var lurt å legge opp et foredrag, i hvert fall hvis det var et relativt kort foredrag der poenget var at du skulle få fram et budskap da. Rett og slett for å få fram et budskap. Og den formelen det var arbeid, altså forkortelsen 'ARBEID', hvor 'A' er *anslag*, altså når du starter et foredrag så må du ha et anslag som gjør at folk blir litt sånn «oi!», du skal vekke oppmerksomhet, de skal skjønne at «det her var interessant», altså et eller annet sånt. Også er det 'R', det er *relevans*. Da skal du i korte trekk forklare hvorfor det du snakker om er relevant for de. Også er det 'B', det er *budskap*, og da kommer «hva er det egentlig du skal snakke om, hva er poenget ditt?». Og så er det 'E', det er *eksempler*. Også er det 'I', det er *involvering*, og da skal du bruke sånn «har dere sett det, eller hva tenker dere om det», altså du skal prøve å involvere publikum litt, sånn at det ikke bare blir enveiskommunikasjon, så folk føler at de er med. Også er det 'D' til slutt, og det er *din tur*, og da skal du få de som sitter å høre på til å gjøre noe, altså ta action for å følge opp det du har sagt, hvis det er poenget da. Og [humrende] for min del så har det jo for eksempel vært det med de her foredragene om CO2 – personlig Co2-regnskap, for da er poenget at hver og én bør prøve å gjøre noe med sitt forbruk sånn at du får ned det personlige Co2-fotavtrykket da, så jeg har egentlig brukt en sånn formel, for å kalle det det, i forbindelse med sånne foredrag. [...] Du kan si, i sånne foredrag så ligger liksom matematikken der ligger jo under liksom, for alt er jo beregninger, men jeg viser jo ofte ikke fram så mye matematikken i det da. Men litt.

Coding Density

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• Entusiastisk formidling

• Dramatisering og historiefortelling

• Deltakelse og eksperimentering

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Entusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

Coding Density

• 2. Mottaker

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

¶135: Jeg: Kult! Veldig interessant altså! Er det noen andre profesjonelle aktører som du har samarbeidet med når du har lagd de foredragene? Det kan være for eksempel filmskapere eller grafiske designere eller manusforfattere eller hva som helst, eller gjør du stort sett alt sjøl?

¶136: Lars-André: Jeg gjør alt sjøl. Jeg har gjort det til nå i hvert fall. Men jeg har jo skal vi si, jeg har jo sikkert hatt nytte av ting som jeg har lært fra folk som er flinke på sånne ting, jeg kommer ikke på noen i farta, men ... Nei, det blir jo ikke så mye sånn, jeg har jo ikke brukt noe særlig film og sånne ting ikke sant, så det, nei. Det har vært, jeg har gått på noen sånne interne kurs da. Med sånn, litt sånn multimedialgreier for å lære seg å lage videoer og sånt noe, så det har jeg, men det har jeg egentlig ikke tatt i bruk i den forbindelse til det her da.

¶137: Jeg: Mhm. Ja, sånn til slutt, er det forskjell på å stå sånn som det her og holde et foredrag og det å stå å undervise på dagtid på et universitet, er det egentlig noe særlig forskjell? Og i så fall, hva er det liksom som er første takeaway'en, som virkelig er forskjellig i de to situasjonene?

¶138: Lars-André: Jeg synes det er ganske likt. Det som kanskje ... Én sånn veldig praktisk forskjell for min del når jeg holder sånne populærvitenskapelige foredrag så er jo det nesten alltid på norsk, mens i undervisningssammenheng så foregår alt på engelsk, men i prinsippet så er ikke det noe sånt ... Jeg har hatt det på engelsk òg faktisk, det der foredraget, så det er ikke noe prinsipiell forskjell egentlig. Men det er jo selvfølgelig det at en må jo, skal vi si, justere litt på det faglige nivået etter hvilken gruppe du snakker til. Altså det personlig Co2-fotavtrykksforedraget, det har jeg jo hatt for både professorer og førsteamanuenser og sånn, og jeg har hatt det for ungdomsskoleelever. Og egentlig så har jeg kunnet kjøre det med bare litte granne justering liksom da, for at også de som går på ungdomsskolen skal få utbytte av det. Men jeg må jo tenke på det, jeg må legge mye mindre vekt på ting som er vanskelig, hvis det er litt vanskelig matte og fysikk og sånn, så blir det jo å legge mindre vekt på det da, når jeg holder det for noen grupper, og også sånn på et helt åpent foredrag hvor alle mulige slags folk kommer, så har jo ikke de noen forutsetninger for å skjønne mye matematikk og fysikk og sånn, så da må man bare legge det mye lengre ned, altså ikke trekke frem det så mye da. Så det er vel eneste forskjellen egentlig, sånn ... Jeg tror ikke jeg gjør noe annerledes i måten å holde foredraget på og, og heller ikke sånn, hvordan du legger opp de her presentasjonene og digitale hjelpemidler og sånn, det blir mye det samme egentlig. Jeg bruker nok mer tid på å finpusse de digitale, altså sånne PowerPoint-presentasjoner og sånt med animasjoner og sånn. Jeg bruker mer tid på det da, når jeg holder et offentlig foredrag, et sånt populærvitenskapelig foredrag, enn jeg gjør i klasserommet, sånn stort sett i hvert fall. Fordi da er det litt viktig at det er lett å forstå da. Så jeg tror kanskje ... nja, ganske like altså!

¶139: Jeg: Er det liksom noe lærdom som du har tatt med deg fra å holde på med dette her på side som du har tatt tilbake med inn i undervisninga, på noen måte?

¶140: Lars-André: Skal vi se, det ... Det er vel ... altså kanskje ikke *sukk*, jeg kommer ikke på om jeg har tatt noe med i undervisninga, for det liksom to, det er såpass likt da, at det er mye det samme. Men det som er en sånn praktisk lærdom for meg, eller en erfaring det er jo at, det er jo egentlig at, det å drive med sånne populærvitenskapelige foredrag og sånn, det er jo en del av samfunnsoppdraget til oss som jobber på universitetet da, universitet og høyskole. Altså vi skal undervise og vi skal forske og vi skal drive formidling. Og det med formidling det blir jo nesten alltid, så blir jo det nedprioritert fordi det er ingen, vanligvis i hvert fall, så er det ikke noe, skal vi si, premiering av sånne foredrag. Hvis du publiserer forskningsartikler så får du jo publikasjonspoeng og det teller mye, og hvis du underviser bra så får du jo tilbakemelding fra studenter. Men formidling det er liksom ikke noe ... altså det er kjempeviktig å drive med det tenker jeg, men samtidig så er det veldig mange som ikke bruker noe tid på det, fordi de får liksom ikke noe igjen for det. Men nå har

jo vi, altså det som vi har begynt med nå på USN, det er jo egentlig et opplegg hvor du faktisk får litt mer igjen for det da, så dermed så er det kanskje mer attraktivt å holde på med det.

¶141: Jeg: Mhm

¶142: Lars-André: Men jeg kan ikke si at jeg har tatt så mye av de populærvitenskapelige foredragene liksom inn i undervisninga, det tror jeg ikke.

¶143: Jeg: Tror du det kunne vært nyttig for norske lærere som underviser i matematikk på et litt lavere nivå enn det du gjør da, og på en måte bruke noen av de tinga som du bruker når du lager et populærvitenskapelig foredrag og ta det inn i undervisninga for eksempel på ungdomsskolen?

¶144: Lars-André: Ja, jeg tror egentlig det da. Altså, jeg har veldig tro på den der, kall det den der formelen, ARBEID-formelen. For det du egentlig driver med når du underviser, det er jo holde en kjempelang rekke med små foredrag på en måte da, og hvor poenget er å få fram et eller annet budskap. [...] De skal jo lære noe av det, ikke sant, de skal ha et læringsutbytte, og da må du formidle det på en måte som er forståelig. Og jeg tror at en sånn gjennomtenkt metode for å få frem budskapet, det har jeg litt tro på kan være nyttig, på alle nivåer, egentlig.

¶145: Jeg: Nei, da har ikke jeg noen særlig flere spørsmål. Har du noen flere kommentarer eller spørsmål før vi runder av?

¶146: Lars-André: Nei, jeg tror kanskje ikke det. Det som jeg tenkte på [...] Det her med å bruke videoopptak – eller å lage undervisningsvideoer, det er jo en litt ny ting, hvor du har gode muligheter til å bruke sånne ulike typer hjelpemidler for å vise frem matematikk og sånn på en ny måte, eller på en måte som ikke er så lett uten sånne digitale hjelpemidler. Og da tenker jeg på sånn der, nå bruker jeg ikke sånne noe særlig selv, men sånne der GeoGebra og masse sånt forskjellig, og vise fram grafer, og det er jo, en trenger ikke video til det, men når du lager videoer kan du utnytte sånne hjelpemidler på en god måte da. Så jeg tror kanskje at det med å bruke videoer i undervisningssammenheng gir en sånn ekstra verdi da.

¶147: Jeg: Ja, det var et fint addendum!

¶148: Lars-André: Ja!

¶149: Jeg: Ja, men da har jeg lært masse jeg altså! Tusen takk for at du tok deg tiden til å bli intervjuet!

¶150: Lars-André: Bare hyggelig!

¶151:

Coding Densitv

- 5. Avlytter
 - 4. Overhører
 - 3. Observatør
 - 2. Mottaker
 - 1. Avsender
- Entusiastisk formidling
 - Dramatisering og historiefortelling
 - Deltakelse og eksperimentering
 - Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv
- Visualiseringer – kunst og installasjoner
 - Relevant og bevisst bruk av riktig medium

11: Vedlegg 6: Transkripsjon av intervju med Jo Røislien

12:

13: Jeg: Har du lest det informasjonsskrivet som jeg sendte deg i forkant av intervjuet, og har du noen spørsmål til intervjuet?

14: Jo: Nei, det gjorde jeg ikke. Må jeg?

15: Jeg: Det er mest for din egen del, jeg krever ikke det. Det viktigste jeg lurer på er det går greit for deg at jeg ikke anonymiserer intervjuet.

16: Jo: Jaja, selvfølgelig.

17: Jeg: Ja, flott! Da kan vi sette i gang. For det første, hva jobber du med, Jo?

18: Jo: Haha, ja, du jeg jobber med to ting. Det ene er det at jeg kommer fra akademia, så jeg har en doktorgrad. Også har jeg gått den doktorgradslinja med postdoktor og førsteamanuensis, så nå er jeg professor på Universitetet i Stavanger, professor i medisinsk statistikk. Jeg driver som statistiker i forskning og underviser grunnkurs i statistikk og hjelper folk med statistiske beregninger i medisinsk forskning. Så jeg publiserer masse vitenskapelige artikler i medisin og helse, så det er det ene jeg gjør, sånn «seriøs og grått skjegg» og dette er den ordentlige tingen. Det andre er at jeg er utrolig opptatt av formidling av matematikk og statistikk, generelt. Gjerne i anvendelse av noe større, men dette med metode og grunnleggende matematisk metode er jeg opptatt av. Og siden den den type storskala formidling og nå ut til mange, som jeg er opptatt av, faller utenfor forskningsformidling på universitetet, så har jeg altså delt opp arbeidsdagen min i to; universitetet er én ting, det andre at jeg driver med mediejobbing og medieformidling. Og det betyr alt fra å skrive bøker, lage podkast og eventuelt lage store TV-serier for norsk og internasjonal TV, for norsk og internasjonal TV, men også å lage reklamefilm med vitenskapelig innhold. Dette her å prøve å finne måter å få ut kunnskap, naturvitenskapelig, teknisk og matematisk kunnskap ved hjelp av massemediekommunikasjon. Også går den brøken litt sånn frem og tilbake, jeg har hatt perioder der jeg bare drev med massemedier og TV, også er det andre ganger, sånn som nå, da jeg driver med et forskningsprosjekt på Stavanger hvor jeg forsker på kommunikasjon, hvor jeg da toner ned den mediebiten litt. Men sånn frem og tilbake hopper jeg da. Dette kan jeg snakke om i den uendelige. Det er noe med at vi lever i et samfunn som har for lav kvantitativ kompetanse. Folk er for dårlige, generelt over, i matematikk og statistikk. Det merket man blant annet i pandemien, hvor det er tall som styrer hverdagen vår, at det er matematiske beregninger på folkehelseinstituttet som styrer hva vi tenker at vi skal gjøre og som rådgiver politikerne. Også pøses det statistikk ut i aviser og sånn. Men journalistene kan ikke tall, de kan ikke statistikk, de har ikke hatt noe grunnkurs i statistikk. Så de bare dumper tallene fra seg og tenker at nå har de drevet med statistikk og tallformidling. Og det er ganske dårlig, mye av det, ikke fordi journalister er dårlige formidlere, men fordi at de kan ikke formidle matematikk. Det er et utrolig vanskelig fag å formidle, så noe av det som jeg er opptatt av er å ta kompetansen min fra det å ha drevet med forskning og matematikk hvor du bedriver massemediekommunikasjon, så jeg holder også fryktelig mye foredrag, for lærere, forskere, offentlige departementer, ministrene våre – hvordan når de ut med tall og statistikk til andre. Det er selvfølgelig mer skjult i forhold til det å være programleder på TV som jo man blir veldig sett av, men for meg er dette blitt mer og mer viktig, sant? Hva skal Folkehelseinstituttet si, hvordan skal de snakke om R-tallet sånn at folk forstår, og så videre, den politiske biten. Så hva driver jeg med? Nei, jeg driver med matematikk og statistikk, men da hele spennet ifra forskning, undervisning, massemediekommunikasjon, rådgivning for folk som trenger kompetansen min. Ja, du hører ikke sant – Jeg er en sånn som snakker mye, og det er jo noe med dette møtet med mennesker som også gjør at man plukker opp hvilke måter å

Coding Density

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering

• Enthusiastisk formidling

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

snakke på som funker. Da jeg ble plukket opp for å drive med TV første gang for ti år siden var det fordi jeg satt på et nachspiel med en journalist, også satt jeg og snakket om tall og statistikk *gestikulerer med hendene* Også var det noe med måten jeg snakket på som gjorde at han grep tak i meg, ikke sant. Men han var jo ikke den første jeg hadde snakket med tall og statistikk om, ikke sant, jeg gjør jo det hele tiden. Jeg ser når folk blir interessert, jeg ser hvilke historier som gjør at folk lytter litt mer intenst, jeg merker når jeg snakker for lenge så folk begynner å flakke litt med øynene og sånn. Så jeg har etter hvert mye trening i å finne ut av hva [som] funker og ikke da. Så hva driver jeg med? Det er kortsvaret, eller langsvaret da, på det enkle spørsmålet *smiler*.

¶9: Jeg: Hva er din pedagogiske utdanning? Har du noen der?

¶10: Jo: Vet du, jeg har null vekt tall i pedagogikk og didaktikk, altså ikke no'. Og jeg har, paradoksalt nok ... Da jeg var ferdig studert på NTNU og var blitt sivilingeniør så oppdaget jeg at tanken på det å skulle være ingeniør, jobbe som en ingeniør i en bedrift, det bydde meg imot. Det følte så teknisk, og så livsfjernt på et eller annet vis at jeg måtte gjøre noe annet. Så det første jeg gjorde var å ta et vikariat som lærer i matte i første klasse på Persbråten videregående skole. For jeg hadde alltid synes det var artig å drive på som lærer. På universitetet der de eldre [sa lærerne, men mener nok studentene] veileder de yngre, gir regneoppgaver og sånn. På NTNU har du et system på dette her, at de som hadde eksamen i fjor, alltid veileder de som har eksamen året etter, og det synes jeg var kjempegøy! Så jeg tenkte, kanskje jeg skulle bli lærer, da. Også gikk jeg inn på første klasse på videregående og ble mattelærer og tok selvfølgelig et par vikartimen for andre, fysikk og tredje klasse matte og sånn. Og oppdaget at, det ble litt for mye pedagogikk for meg, og for lite matematikk. Så jeg tenkte at jeg måtte gå videre. Så jeg prøvde meg som foreleser på Ingeniørhøgskolen i Oslo, gjorde det et år. Men der oppdaget jeg dette at du underviser et semester i et matematikkfag, så kommer det et nytt semester også underviser du i det samme faget igjen, så kommer det et nytt semester og du underviser i det samme matematikkfaget for tredje gang. Jeg bare, 'herregud'. Du kan ikke stå og undervise den samme tingen om og om igjen. Så jeg oppdaget at selv om jeg liker å lære fra meg, liker det møtet, det å skulle flytte informasjon over til noen andre. Men det å være lærer, jeg er ikke opptatt nok av pedagogikk som sådan. Jeg er mer opptatt av å gjøre det, litt sånn praktisk, holde på og prøve meg fram. Så da tok jeg en doktorgrad og ble forskningsveileder på Rikshospitalet istedenfor. Det behovet for å lære bort, det er ikke noe rar at jeg ble forskningsveileder. Det å veilede medisinske forskere, snakke om matematikk og statistikk på den måten. Jeg var matematiker, sånn husmatematiker på en sånn vitenskapspodkast, den første podkasten i Norge faktisk. Eirik Newth, astrofysikeren hadde en podkast for ti år siden, som het *Superstreng*, hvor jeg var fast matematiker og var bare innom og snakket om ting. Så den biten der med å lære bort har jeg alltid vært opptatt av. Søsteren min elsker å fortelle historien om at vi sto og pusset tennene hjemme på kvelden, også sto jeg og forklarte matematikk med tannkrem og tegnet på speilet.

¶11: Jeg: Ja, det har jeg sett du har gjort i Siffer også!

¶12: Jo: Ikke sant! Så det å ta tak i verden, og bruke den for å forklare dette her er jeg vant med. Jeg pleier ofte å gi sånne øvelser til folk, ikke sant. Skal vi se ... *Jo flytter webkameraet ned så jeg kan se skrivebordet* Hvis du sitter på oppgaver tolk folk som de kan trene på for å bli bedre på å formidle forskningen sin. Nå sitter du her og spiser middag på kafé. *Finner frem diverse kontoreffekter som representerer det han snakker om* Og det du har det er tallerken, og du har kniv, og du har gaffel, også har du et eller annet å drikke av. Du må forklare doktorgraden din med *dette!* Det er det du har. Du drikker øl med noen venner, du har en øl, og du har chilinøtter og to coasters – forklar doktorgraden din. Hvis du får til det, da får du bragt abstrakte ting ned til det håndterlige og da

Coding Density

• Enthusiastisk formidling

• Dramatisering og historiefortelling

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• 5. Amytter

• 4. Overhører

• 3. Observatør

• 2. Mottaker

• 1. Avsender

• Visualiseringer - kunst

• Deltekke og eksperimentering

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

begynner verden å leve i større grad, det synes jeg er gøy! Så da jeg ble henta inn for å lage den matematikkserien, Siffer for ti år siden, så satt jo jeg og forklarte journalistene og manusforfatterne, matematikk på den måten, sant! Og det ble på en måte grunnlaget for det vi skalerte opp på TV, dette å ta tak i verden og bruke verden. Som et levende sted hvor man bruker props i virkeligheten. Også koblet vi det sammen med en regissør som var musikkvideoregissør. Så han bodde i London og lagde egentlig musikkvideoer for store popstjerner. Så min praktiske tilnærming til dette å bruke noe å tegne på, snøen og alt dette her, ble koblet opp mot store, flotte visuelle bilder, som jo kunne vært i en musikkvideo, som gjorde at TV-serien fikk det 'swhunget' som den fikk. Og man glemmer litt nå at da vi gjorde det i 2011, ja ti års jubileum nå i høst, så var det første gang man satte en vitenskapsmann foran kamera i en TV-serie, siden *Fysikk på roterommet*, 70-tallet. Altså det var 40 år siden sist liksom. Og det var ingen som hadde tro på det da vi jobbet med prosjektet, at det skulle bli noe stort. Alle var sånn bare: 'Herregud skal de lage *Typisk Norsk* for matte?'. Men vi gjorde jo ikke det, vi gjorde noe helt annet. Og det funka så bra at i etterkant av det, så kom jo Folkeopplysningen, *Typisk Deg* med Petter Schjervén på TVNorge, Fylla på NRK TV, en haug med TV-serier kom ramlende inn fordi Siffer viste at dette gikk an selv med matematikk. Og da åpnet det seg opp også hadde vi et tiår hvor det var masse sånn, helt til da Netflix og HBO og sånn passerte lineær-TV i seerandel i 2017 og alle lineær-TV-kanalene bare satte på bremsene og sa, nå må vi slå ut Netflix, så nå må vi lage drama. Også etter det så har rett og slett ikke NRK kjøpt en eneste vitenskapsserie. De sa i 2017, nå er vi ferdige, så nå blir det ikke mer. Så all vitenskap på NRK skal lages internt på Tyholt. Dette er jo grunnen til at det eneste som går er Folkeopplysningen med Andreas Wahl. Den hadde da rullet å bli en så sterk merkevare at de selger den på merkevaren, sant?

113: Jeg: Ja, catchy navn på den serien.

114: Jo: Jaja, kjempebra. Jeg satt i rommet da vi jobbet med utviklingen og de satt og diskuterte castingen og hvem som skulle gjøre det. Og jeg var litt sur, fordi Folkeopplysningen, det er min arbeidshverdag. Det er det jeg jobber med. Så derfor kunne de ikke caste meg i det, for jeg hadde da en annen TV-serie som gikk på NRK1, den matematikkserien. Og alle visste jo at vi kom til å få en sesong 2. Vi hadde jo skrevet den klar og hadde den hengende på veggen. Også sa de at det er ikke noe mer å si om matte, moving on! Vi tar Folkeopplysningen, hvem skal være programleder for det? Og i retrospekt så var jo det et helt håpløst valg fra NRK sin side. Men dette her var akkurat i den brytningstiden hvor dette her med merkevare på TV-serier og TV-kanaler var ikke noe som NRK trengte å bry seg om. De kunne lage one-offs og gå over til neste. Og så da Folkeopplysningen kom i 2012 eller 2013 da hadde man skjont at nå må måtte man bygge merkevarer og sånn. Så der laget man jo automatisk en sesong to da det gikk bra. Så jeg har vært på en del sånne «medierunder» og det å forholde seg til storskala formidling og hvordan det har endret seg. Man ser at mange av de grepene som vi fant opp og laget da, de lever i beste velgående. Det er fortsatt state-of-the-art ang. hvordan man skal gjøre ting. Også er det andre grep, sånn som det å putte en ekspert foran kamera og stå og snakke litte grann, har man jo i større grad gått vekk fra, ikke sant. Man kan heller vise store, flotte bilder, også er det en voice-over som drar det. Du vil kanskje heller at programlederen går og gjør et eller annet mens man lager voice-over på seg selv. For det å snakke til kamera sånn *lager en firkant med hendene* oppfattes litt sånn gammeldags, sant?

115: Jeg: Det blir forelesning, liksom.

116: Jo: Ja. Og det er vi på en måte ferdig med. Dere som driver med pedagogikk og matematikdidaktikk og sånn vet jo at er interaktive læringsformer, gruppearbeid, litt mer eksperimenter, prøve sjøl, det lærer man bedre av. Så det der forelesningsbildet ville vi jo ikke gjort

Coding Density

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• Delaktelse og eksperimentering

• Dramatisering og historiefortelling

• Entusiastisk formidling

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• Visualisering - kunst og installasjoner

• 1. Avsender

• 2. Mottaker

• 3. Observatør

• 4. Overhører

• 5. Avlytter

så mye av nå som vi gjorde da. Og det er litt sånn apropos, jeg sitter nemlig og skriver på en kronikk akkurat nå, som jeg skal sende til avisene, som handler om hvordan myndighetenes videokommunikasjon under pandemien har vært. Hva har de gjort?

¶17: Jeg: Ja, CovCom?

¶18: Jo: CovCom, ja nettopp! For det vi oppdaget, det myndighetene har gjort. De har tatt en ekspert, satt opp foran kamera, med en eller annen sånn lysegrønn bakgrunn bak også latt den stå og snakke i kamera uavbrutt. Og sånn gjorde du jo i gamle dager, forelesninger på universitetet var sånn, lærere var sånn, vitenskaps-TV på NRK var sånn. Men vi gjør ikke det lenger. Og ergo blir heller ikke den offentlige videokommunikasjonen til myndighetene sett, fordi den i form, er for gammeldags. Men de som gjorde dette her med å innføre demonstrasjoner, eksperimenter, også ikke bare med sånne åpenbare kjemigreier, men også med intellektuelle ting. At du tar og flytter en idé over til noe fysisk. Den har nå blitt så vanlig at du glemmer at vi fant det opp, ikke sant! Og det må jeg si at jeg er litt stolt over at man klarte å vise at det går, til og med, med matematikk, å flytte abstraksjon og læring vekk fra den der tavla. Det å forstå matematikk uten å måtte skjønne ligningen. Og når jeg lærer bort statistikk så bruker jeg massevis av de TV-grepene som jeg holder på med, inn læringen. Og den erkjennelsen av at 'dæven, folk som driver med fysikk og naturfag, de er jo kjempegode til å gå ut og se på biller, dissekere frosker, de har sånne flotte kuler for å vise hvordan bevaringsmengden er bevart, de blander kjemigreier og holder på. De tar ganske lang tid før vi innfører matematiske ligninger i fysikk. Når er det da? Når en er 17 år gammel og går på andre klasse videregående, før det er det bare eksperimenter og gøyale ting som skjer og forklaringer, da ser vi matematikken. Og jeg har begynt å gjøre det med statistikk også, at jeg sitter i forelesningen og i stedet for å slenge opp likningen for gjennomsnitt på tavla og viser hvordan man lager et histogram, sa tar jeg heller med meg appelsiner, og så deler jeg ut en appelsin til alle studentene som sitter der. Og så veier vi appelsinene. Da har du da 38 målinger av appelsinvekt da, hva veier en appelsin? Og så får vi diskusjon rundt – hva velger vi nå, den i midten, går det an å regne ut noe bedre? Så tar vi og skreller dem og tar tida på hvor lang tid det tar å skrelle dem. Og mens vekt gjerne er normalfordelt så er tid skjevfordelt, og det er et sånn klassisk matematisk resultat, som betyr at du får en vurdering fra studentene: 'Ok, så symmetrisk og skjevt betyr at gjennomsnittet peker et ulikt sted, så da må man kanskje gjøre ulike ting. Er det sånn at de store appelsinene tar lengre tid å skrelle, åja! Da kan vi plote opp scatter-diagrammet. Ah her er det ingen sammenheng faktisk! Hva skulle vi sett hvis det var en sammenheng?' Så sammenligner vi høyde og skostørrelse og ser at det går på en rett, pen linje. Så da samler vi inn data, og så angriper vi statistikk fra datasida. Og det er helt på slutten av semesteret at jeg begynner å hekte på ligninger, og noen ganger så gidder jeg ikke å gjøre det en gang. Og dette er lærdommen fra TV. Skal folk sitte med fjernkontrollen og velge å se på vitenskap? Alternativet er å se Game of Thrones og Sopranos i reprise eller et eller annet du synes er fett. Så hvorfor skal de velge vitenskap? Da må det være good da! Da vi laget *Med livet som innsats* med Andreas Wahl så var jo hele greia at vi visste at hvis noen skulle velge å se på en TV-serie om eksperimentalfysikk så kan du ikke kalle serien *Eksperimentalfysikk*. Andreas Wahl sin opprinnelige idé – det å gjøre fysikk mer fysisk. Hvis du googler engineering og physics og sånn og ser på bilder, så er det ikke bilder av mennesker der, der er ingen mennesker. Det ser ut som det ikke har noe med folk å gjøre. Og Andreas hadde lyst til å lage en TV-serie om eksperimentalfysikk som var mer fysisk, ha folk inn der, og det er en god idé. Og det er på en måte grunnidéen inn, men han ville også kalle det *Fysisk*. Og vi var jo der at, men ingen kommer til å velge å klikke på *Fysisk*, hvis alternativet er *Euphoria* og litt sånne fancy HBO-ting. Da må vi ha noe annet. Så de ble designet noe så spektakulært at folk ville se på det samme hva det handlet om. Og jeg synes den aller flotteste meldingen vi fikk på sosiale medier da *Siffer* gikk for ti år siden det var en jente som tweetet «å jeg sitter og ser på et program som heter *Siffer* nå, tror det

Coding Density

- Deltakelse og eksperimentering
- Dramatisering og historiefortelling
- Entusiastisk formidling
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- 1. Avsender
- 2. Mottaker
- 3. Observatør
- 4. Overhører
- 5. Avlytter
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

handler om matte». Så hun sitter og ser på et program fordi hun synes det er gøy, hun tror det handler om matte, men det var ikke poenget for henne, ikke sant, det var bare åpenbart gøy å sitte å se på, også var det noe mattegreier. Og matematikken glemmer litt at vi tror at det å si «dette er matte, det er vakkert» ... det er nesten ingen i verden som synes at matte er vakkert. Det er bare å se på hvor få som studerer matematikk. Det er nesten ingen som synes det vakkert i seg selv. Dette å prøve å appellere til andre, og selge matematikk, motivere matematikk ved å si at det er vakkert, det er litt det samme som å prøve å selge klassisk musikk til 8-åringer ved å si «hør hvor flotte harmonier det er». Det er bare på en helt annen planet, du må selge unger Rihanna og et eller annet hipt, kult band som regjerer hitlistene, som de voksne ikke har hørt om. Det synes de er kult, dit må vi også, ikke sant! Vi kan ikke sitte og argumentere med klassisk musikk og Cash og country-musikk liksom ...

119: Jeg: De må identifisere seg med det først, før de kan sette pris på det?

120: Jo: Ja, nettopp. Sånn som når du og jeg snakket litt, og jeg spurte deg hva som var din drivkraft, og du sier «motivasjon». Ja, motivasjon er alfa og omega for alt mulig. Den indre motoren, og hvordan får du folk til å *velge* noe. Matematikk sliter jo i motbakke bare fordi ordet i seg selv er så fryktinngytende, det har en litt sånn skummel klang. Og det tok lang tid før jeg skjønnte hvor problematisk dette er for matematikk. Alle fag har en tydelig identitet som folk identifiserer seg med. Sykepleier driver med helse, det handler om å pleie syke mennesker, det driver de med – helse. Leger, de driver ikke med helse, de driver med medisin, sant? De driver med tekniske løsninger på kroppen, og de identifiserer seg med det. Det er til og med ikke redde for å si at de er kroppsmechanikere for det er deres identitet, det gjør de. Ingeniører bygger broer og lager veier og finner opp Tesla-bilder, ikke sant. Også har du musikere som spiller musikk, lager musikk. Du har samfunnsforskere som prøver å forstå hvordan samfunnet fungerer. Alle har veldig tydelig ting de skal bli – kokk, brannmann, redde ting som brenner, sant? Hva gjør matematikk? Ja, matematikk er jo ingenting. I den forstand at, det som er matematikkens styrke er at det er matematikk i alt dette her, men det gjør også at du har ingen egen identitet, og du blir så innmari potet at «hva driver du med?», altså, jeg er statistiker, men jeg driver med forskningsmetode. Om det er samfunnsfag, kulturforskning, språk, fysikk, psykologi, hva som helst, doesn't matter. Så folk klarer ikke å skjønne hva jeg driver med, «ja skal du redde liv?» ja ... akkurat nå er det jo kanskje det fordi jeg driver med et sånt hjerteprojekt nede på Riksen. Neste uke er det fedme og uka etter der så er det rus. Så hva driver du med? Og det at matematikk mangler en egen identitet tok lang tid før jeg forsto hvor problematisk var. Og det merker man først etter hvert. Jeg har snakket mye med studenter. Vi har drevet med et prosjekt der vi skal lage en haug med læringsvideoer i statistikk for høyere utdanning, for alle sliter med statistikk, det er greit nok. Så har jeg samlet en liten gruppe med folk, sånne som meg, som er matematikere – har endt opp i statistikk og sannsynlighetsregning, driver og underviser – er opptatt undervisning – Hvordan når vi ut? Også er det klart at ingeniørstudenter, de vil ha ingeniøreksempler, hvis du kommer med helseeksempler til dem, så skjønner de ikke hva de skal med det, for de skal jo ikke redde folk, de skal bygge vei. OG kommer du med medisinske eksempler til markedsføringsstudentene, så skjønner de ikke hva de skal med det, for de skal jo hjelpe til med å selge produkter og promotere ting, så hva i all verden skal de med medisin. Så selv studenter, og dette er oppgående, unge mennesker som har lyst til å bli noe klarer altså ikke å se verdien av matematikk og statistikk hvis det ikke er presisert nøyaktig inn på det er opptatt med. Også prøver jeg å si «matematikk det kan brukes til alt» også sier folk *trekker på skuldrene* «å javel, skjønner ikke hva du mener.» Det er som å gi folk partituret på pop-sanger, det er helt verdiløst, de trenger det er *lager teknomusikklyder*, det er det du vil ha, så kan du sjekke om du liker tekno eller rock eller jazz eller klassisk ikke sant, men partituret er verdiløst for dem. Og gjerne ikke partituret engang, men kanskje til og med generell noteteori, det er det vi tilbyr som matematikere,

Coding Density

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Enusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

vi tilbyr alle generell noteteori, så du kan bruke ... ja nei, de faller helt av. Så det å gi matematikken en identitet og synliggjøre anvendelser, det er klart at som matematiker så er noe av det som jeg synes er synd å redusere matematikk til et anvendelsesfag, for det er jo noe mer, det er jo en måte å se på verden på. Så synes jeg det er synd at man i matematikkfaget har fjerna så mye geometri. For dette med å forstå rom i høyere forstand er jo sånn, veldig mange sånne som meg, snakker. Når vi prøver å finne ut av om det, det eller det er det som påvirker dette utfallet her i medisin og helse fordi kroppen er så sammensatt, så lager vi avanserte matematiske og stokastiske modeller, men vi snakker jo om dem som objekter i høydimensjonale koordinatsystemer, hvor høyden påvirker hvor tung du blir og tyngden påvirker diabetes, er jo for oss et høydeforstått koordinatsystem og det er sånn vi snakker om det. Og da må du ha romforståelse, og ikke bare euklidisk rom som du kan ta i, du må forstå dimensjoner. Så geometri ligger til bunn for mye av måten vi tenker på, og det er på en måte styrken med matematikk da – du går inn med en større forståelse av noe stort og bruker det i rus. Så jeg synes det er synd å måtte redusere matematikk til et sånt anvendelsesfag for å få folk til å bli interessert, samtidig så vet jeg at jeg kan ikke selge dem en overordnet intellektuell idé. Så jeg har nok blitt flink og veldig opptatt av å samle gode eksempler hvor matematikk og statistikk brukes på litt uventet vis for å folk med meg, så jeg kan dra dem ned derfra. Og hvis jeg er heldig, så kan jeg bruke et kult eksempel, dra dem ned i matematikken, så kan vi gå opp igjen et annet sted. Gikk inn med vaskemiddelet som vi vasker bilene, utrykningskjøretøyene med for det er så mye blod, så det er litt sånn sterkt vaskemiddel. Så begynner vi der, så drar vi oss ned i matematikken, også lærer vi bort det, før vi går opp igjen i andre sida på superledere og svevende metallobjekter i fysikken. Da går det an å vise matematikkens generalitet. Men du kan ikke begynne der, eller jeg gjør i hvert fall ikke det. Det er ikke sånn at jeg drar folk inn. Og vi vet også at noen liker teori, de liker teoretisk fysikk og matte og litt sånn, vi er ganske få. De andre har veldig stort behov for å drive med problemløsning. Jeg kan ikke undervise paramedics i statistikk, hvis jeg ikke gir dem et paramedics pre-hospitalt case med noe helikopter og bilkrasj og sånn. Hvis jeg gir dem et eksempel fra engineering så kommer det ikke inn. Og folk flest er sånn, det er en grunn til art journalister lager avisartikler hvor det er et problem i verden. Og så kan du kanskje lage en feature-artikkel hvor du går litt inn på det metodiske og tekniske man kan gjøre for å løse problemet, og så kommer man ut i den andre enden.

121: Jeg: Ja, du må begynne i den virkelige verden rett og slett, før du kan bevege deg inn i matematikkens abstrakte verden.

122: Jo: Ja. Og det var en av beste tingene som jeg og han regissøren i Siffer ... altså vi har jobba sammen i ti år på masse gøyale ting. Grunnen til at veldig mange sier navnet på serien, Siffer, ofte handler ikke om at det er den kuleste serien i verden, og den er ti år gammel. Men da ble det satt sammen en gruppe mennesker, og alle vi som var der har jo vært involvert i alle andre sånne store vitenskapsformidlingsprosjekter på TV og video og sånn etterpå. Det er ingen prosjekter som har dukket opp hvor ikke noen fra den kjernegruppa har vært med. Om det er på regi eller foto eller foran kamera eller lage manus eller lage konsepter og sånn. Det er en sånn origin story på en måte, det sitter der. Det er Jesus-barnet i krybben-øyeblikket, så kommer alt ut derfra. Men jeg og han regissøren var ute på tur i USA for å filme et eller annet, skulle intervju John Nash blant annet. Også begynte vi å krangle en kveld noe så innmari. For han var jo opptatt av store flotte fargebilder og pop-musikk og greier. Og jeg er også glad i pop-musikk, jeg har vært popstjerne i Russland selv, så jeg skjønner dette her. Men jeg prøvde å fortelle at matematikk det er en intellektuell øvelse, en abstrakt øvelse. Det har ikke automatisk noe med den virkelige verden så du kan ikke filme det. Og han ble rasende, for 'hva skal jeg filme da?'. Da har det jo ingenting på TV å gjøre. Hvis du ikke kan se det, da er det jo ikke TV, hvis det ikke kan bevege seg, det står stille da er det til og med et fotografi. Så vi fikk kranglet oss gjennom dette her, og det var en kjempebra krangel som ender med

Coding Density

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• Deltakelse og eksperimentering

• Entusiastisk formidling

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• 1. Avsender

• 2. Mottaker

• 3. Observatør

• 4. Overhører

• 5. Avlytter

• Dramatisering og historiefortelling

• Visualiseringer - kunst og i

at vi sitter på en bar og klemmer hverandre, vi finner ut av det. Og den erkjennelsen at jeg er nødt til å klare å ta dette abstrakte universet til matematikken også må jeg gjøre det fysisk. Vi må ta tak i det sånn at det blir noe å finne. En av tingene han hatet, og som jeg også har hengt meg på, er at vi er ikke noe glad i animasjon. Animasjon er veldig populært i en del sånn vitenskap fordi du kan på en måte tegne deg ut av alt, men animasjon er jo ikke den virkelige verden. Faren min som er arkitekt, han sier at «symmetri er den halte designers krykke». Sant? Alt blir vakkert når det symmetrisk, men det blir også ganske kjedelig. Fordi, ja ... «Taj Mahal ja, se å så pent det er», ja jo... ja, men og så da?. Det skaper jo ingen reaksjoner, ingenting. Der de bygger operaen, som en isbre nede i Oslofjorden? Ja nå har vi noe å snakke om, her skjer det et eller annet, ikke sant, nå er det diskusjon.

123: Jeg: Når så når det er symmetrisk så trenger du bare å gjøre halve jobben, også copy paste?

124: Jo: Ja, du flipper den rundt liksom, det e rikke noe ... det holder liksom ikke. Altså man kan si hva man vil om det nye Munch-museet, men fy fader så mye man har snakket om arkitektur i Norge det siste året!

125: Jeg: Ja, ikke sant!

126: Jo: Det har jo vært en vanvittig win for arkitekturfaget, hvordan viktigheten av 'hvordan vil vi det skal se ut her vi bor'. Helt tydelig så er det viktig for folk. Så skjønner vi at [arkitekter] ikke bare er en gjeng jålete menn med svarte høyhalsede gensere som går rundt og tegner litt liksom, det betyr noe for oss. Og animasjon er for meg det samme som symmetri – du kan alltid ta å tegne deg ut av det, men du har bare erstattet én abstraksjon med en annen.

127: Jeg: Ja, det er godt sagt.

128: Jo: Du har visualisert det, men det er fortsatt ikke ekte. Derfor er vi veldig sånn «ok, hvor går vi for å filme dette her?» Skal vi snakke om fraktaler, så kan vi ikke ta en Mandelbrot-mengde på en dataskjerm. Nei, da må vi gå hjem i kjøleskapet også må vi hente blomkål. Også vil vi da filme at vi åpner kjøleskapet og tar ut blomkål. Nå har fraktaler blitt noe du kan se, det er reelt. Vi kan rusle ut i skogen og se noe bregner, ikke sant, det er også fint. Og nå kan jeg sikkert gå tilbake til Mandelbrot-mengden på skjermen. Det er alltid sånn, hvordan gjør jeg dette her?

129: Jeg: inn i det uendelige. Du skjønner jo ingenting av den hvis du ikke først har vært bortpå den blomkålen eller hørt om vannkanten rundt England.

130: Jo: Nei! Og vi vil jo heller ikke vise bilde av vannkanten av England. Vi går ned i vannkanten, også kan du få se hvordan de ser ut, også kan vi snakke om det, også får vi filma det. Og så tar det litt lengre tid, men nå er folk interessert. Poenget mitt er jo ikke å si alt jeg kan. Alt står på internett og kan fås kjøpt i en bok. Det er ikke det at den informasjonen jeg har er ny. Det er bare at jeg må få mottakeren til å ha lyst til å ta imot det og da må du også våge å bruke ganske mye tid og det gjør vi jo på TV. Ganske mye tid på å få folk interessert i problemet, og starter med store flotte solnedganger og Andreas Wahl som blir tent på. Fordi «oi, shit, hva skjedde her nå?!» Ja, nå er du litt mer interessert i at flammer er fraktale, når det står en fyr og brenner på TV, topp!

131: Jeg: Du har samarbeidet med musikkvideoregissører og så videre. De folka som sitter rundt det bordet, hva slags folk er det? Kan du liste opp noen eksempler på disse fagområdene?

132: Jo: Ja. Det som er interessant med TV som massemedium er ... Liksom når du har sett en film, så ser du rulleteksten går etterpå, den er latterlig lang, det er åtte minutter rulletekst på en Hollywood-film, med bare navn. Fordi det er så veldig mange ting å tenke på, og det gjør at selv en liten filmproduksjon, du sitter med disse menneskene som har ulikt fokus, så alt sammen påvirker

Coding Density

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

- Relevante og bevisst bruk av riktig medium
- Entusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering

• 1. Avsender

• Visualiseringer - kunst og installasjoner

• 5. Avlytter

• 4. Overhører

• 3. Observatør

• 2. Mottaker

hva som når ut. Regissøren sin oppgave, for å begynne i andre enden ... En TV-serie vil skrives tre ganger: Først, så har du en redaksjon, det betyr at du har manusforfattere, fagfolk, skrivende mennesker, journalister, altså folk som er opptatt av idéer og tanker, som klarer å ta et hvitt ark og putte idéen ned på arket og generere noe som kan bli til noe. Hvordan skal vi snakke om tilfeldighet, som jeg er opptatt av, jo da kan jeg godt ta å skrive opp likningen for tilfeldighet eller jeg kan ta, sånn som jeg gjør i forelesning, når jeg kaster ris på gulvet, ta ser du at det ligger tilfeldig rundt, ja ... men ris er ikke så kult ... Men det er ganske godt eksempel, dette kan vi jobbe med. Også setter man seg ned og får tatt disse idéene også får man skrevet ned et manus. Og det er fagfolk, journalister, tekstforfattere, manusforfattere, fagfolk, sånne som skaper idéer og så lager man det her. Og så har du da laget et manus som sier at «nei, vi tenkte at vi skulle gå og finne en fin plass et sted og kaste ut noe ris, for da får du sett hvordan det vil være systemer, også i tilfeldighet.» Også tar du dette lille manuset, nå skal det sette s i produksjon. Produksjon betyr at nå skal det filmes. Og da må du få en regissør. Og hovedoppgaven til regissør det er å ta et skriftlig manus og få gjort om til bilder, og sørge for at dette her blir bilder som noen har lyst til å se på, en visuell historie. Det er derfor regissørene i Hollywood er de store. De kan ta en tekst og sørge for at det blir bilder og en historie som folk vil se på. Og han vil kanskje si sånn «ah, ris på et gulv? Det høres liksom ikke så fett ut. Men jeg skjønner hva dere vil, dere vil noe mønstergreier på bakken, det er det dere vil ikke sant, som dere kan kaste ut?» Men han filmer jo ikke. Hans jobb er jo historien. Han vil da hente inn en fotograf som han liker. Og en fotograf har han én jobb og det er å kikke gjennom en linse og se hva som er i den andre enden og de er kjempeflinke til å få ting til å se vakkert ut. Og de er litt sånn der at «ja, nei, ris den blir litt vanskelig, hva om vi tar stor ris, da? Uuh, jeg så en gang en sånn historie om masse pingpong-baller som datt ned på bakken og det bare spratt rundt, det hadde vært gøy å filme!» Også løper de inn tilbake og sier «hei, kan vi bruke pingpong-baller?, det er gøy for de spretter rundt!» Og vi bare «nei, for de må lande, det er hele poenget.» «Åja du må ha noe som lander ja ... Å se der i hjørnet der, der står det noen badeender, det er ganske fett! Kan vi bruke badeender? Det er kult!» Og vi bare «... jaa, det er innafor!». «Kult!» Sier de, «da har vi badeender. Hvordan får vi sluppet ned badeender?» Så har vi da location scouts som får en oppgave, vi sier: Vi trenger noe høyt, til å kaste ned tusen badeender fra. Hvor kunne det vært for å se fint ut? Er det på toppen av en høy bygning, er det et stupetårn, er det høyt tre? Og da ville regissøren vært sånn «aha, badeender, stupetårn – makes sense!». Badeender i skogen? Det hadde ikke fungert, det blir for absurd liksom, men badeender [stupetårn], topp! Og så drar da et helt produksjonsteam ut for å rigge opp kamera og kaste ut badeender, og så filmer de da dette manuset. Da er dette filmet gang nummer to. Det ligner jo på det vi skrev opprinnelig, men det har skjedd en del i mellomtiden. Ikke sant, det er ikke ris på et gulv, men det har blitt badeender i slow motion i et stupetårn, ah, men dette her er kulere. Og så skal det klippes og settes sammen, og så viser det seg, når han klipperen sitter sammen med regissøren, for å klippe etter manus, at det ble ikke noe kult. Det funker ikke helt når du begynner å se på det. Så han klipperen han vil da legge til noen setninger, foreslå å putte inn noen bilder, utvide en sekvens og kappe ned en annen. Og så vil da manusforfatterne og regissøren være med inn og se når den tredje runden går. Så med andre ord, det er folk som er opptatt av idéene. Hva er det vi har lyst til å si, hva kan dette her være? Så er det folk som er opptatt av visualiseringen av idéen, hvordan får vi dette her til å bli levende og interessant? Også er det noen som sier «ok, også må det flyte». Du må ikke miste folk underveis. Og alle disse gruppene er med og gjør det at god TV og god film er helt magisk, for det er gode idéer, spennende idéer som er biledsatt på et spennende vis og historien driver deg fram. Tenk på den siste Dune-filmen som går i to timer. Historien er flott, det er fint å se på, skuespillerne har fått tildelt akkurat de linjene og setningene de trenger for å klare å få teksten til å leve, så de får lov å spille seg ut, og så videre. Mens andre ganger så sitter du og ser på en film også tenker du «åh, hva er det som ikke funker? Er det idéen som er for dårlig, er det bildene som er for kjedelige? Så det blir jo en occupational

Coding Density

- Relevans og bevisst bruk av riktig medium
- Entusiastisk formidling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv
- Dramatisering og historiefortelling
- Visualiseringer - kunst og installasjoner

1. Avsender
2. Mottaker
3. Observatør
4. Overhører
5. Avlytter

hazard, at man blir sittende og se på ting som ikke funker, hva er det som feiler her?

133: Jeg: Men hvordan vet du hva som funker? Når du lager TV-program eller for den saks skyld holder foredrag eller sitter som gjest på en podkast, da har du jo ikke direkte kontakt med publikummet ditt, så hvordan er det dere har målt suksessen? Åpenbart så har du jo seertall og lignende, men de vet du ikke før langt down the road når du er helt ferdig, så hvordan gjør dere det?

134: Jo: Nei, det er dritvanskelig! Og det er kanskje noe av det guffeneste med det hele. Du har ingen feedback i det hele tatt. Det eneste du har er menneskene rundt deg som du må stole på underveis, ikke sant. Så derfor er det å finne de rette menneskene, de som skal komme opp med idéene, er dette folk vi tror klarer å generere gøyale idéer? Da må du finne folk som har laget gode idéer før da i hvert fall. Klarer de å skrive? Klarer de å oversette idéene sine til god tekst som kan tas videre? Hva heter regissøren, har han et bra blikk egentlig, hvordan kan han vite hva som kommer til å se fint ut? Hva med fotografen og klipperen? Så du blir jo alltid rekruttert på back-loggen din, hva er det du har gjort før? Og de som klarer seg det er jo de som klarer å få til noe som funker. Men vi har jo også bomma flere ganger på ting som vi trodde folk skulle synes var kult som de ikke synes var kult. Og ting som ikke vi synes var noe kult som folk elsket. Og den der manglende feedback-loopen gjør at man har enorme mengder diskusjoner innad i disse gruppene, for hva tror vi egentlig om dette her? Så vi er ganske harde på å diskutere med hverandre, skyte ned idéer, kveste det, fordi når det først har vært på opptak og det er filmet og lagt inn så er det ingenting å få gjort. Så det vi skriver på papiret her, vi må ha en slags idé om at det kan filmes kult og bli til noe bra på slutten. Så det er ganske hardt miljø, i den forstand at du kan ikke være redd for å bli kjølla. Men samtidig de som overlever er de som sier «ok, du likte ikke den idéen, nei. Hva med noe griser som vi sender ned en skrånning, er det kult? Nei? Kanskje vi skal ta og male et helt rom gult? Det kunne vært fint, og kanskje det kunne vært veldig lite? Nei, det er heller ikke gøy, ok. Men hva med ost, da? Ost kunne vært kult, hvis du ruller ost ned en bakke ...» så de diskusjonene som vi driver med, de går i hytt og gevær i alle retninger. Plutselig sier noen «men du, det der! Det var en god idé!». Det der med den heisen, vi sender noen mus i heisen, den er litt morsom, den er gøy!».

135: Jeg: Det er stort sett intuisjon? Dere har ikke noe rammeverk eller noe teori eller forskning som har beskrevet hva som funker? Det er kanskje vanskelig? Har dere noen referanser eller er det bare intuisjon?

136: Jo: Du må huske at intuisjon er erfaring. Intuisjon er den totale mengden kompetanse du har ervervet deg gjennom ditt liv, og som slår gjennom ganske fort. Så det er som er viktig, er vel så mye å være involvert i mange prosjekter, prøve mange ting, sånn at du sitter på en stor kompetansebank. Fordi at det er ikke uvanlig at vi sier «nei, vi har prøvd det der før en gang, ingen som ville se det.» «Ok hvorfor ikke det, da?» «Nei, vi tror det var noe med at kontrastene i de fargene bare ble for høy for folk». Sånn som han ene regissøren jeg jobbet med, han var sterk motstander av å sitte ned og snakke med intervjuobjekter. Han sa at det som skjer da er at energien i programmet bare setter seg. Proffe programledere klarer å sitte og holde energien oppe, men de heter Lindmo og Jon Almaas og diverse. De aller fleste klarer ikke å holde energien oppe når de sitter, men når de står da skjer det noe. Og dette vet du selv, at når du er på vorspiel på en fest og det begynner å bli god stemning, folk begynner å gå litt rundt og treffer hverandre på kjøkkenet og litt sånn, det er alltid god stemning! Men når noen sier kom, skal vi gå og sette oss i sofaen og prate, da blir dere bare sittende rundt bordet og da må du drikke mye, mye mer for å klare å få opp stemninga. Og det er hans erfaring som vi da drar med oss videre inn i ting. Og det betyr at vi ser filmer som funker, ser masse på YouTube, på ting som er kult, leser bøker, avisartikler, leser

Coding Density

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiserer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• Entusiastisk formidling

filmmanus, går på forelesninger og foredrag på litteraturhuset, går på teater. Hva er som funker, hva er det som skjer, hva er det som er gøyalt? Og noen ganger så er det litt sånne banale ting som at man er på et eller annet selskap også er det en eller annen kjedelig fyr som er revisor i Telenor, som du sitter og snakker med. Også har han liksom et eksempel som han pleier å bruke for han gjør noe greier med blyanten for å skjønne viktigheten. Også, ah kanskje det der holder faktisk, kanskje det er vel så greit? Og det er gøy med store bilder, men det er også gøy med ting som er veldig intimt, ikke sant? Da *True Detective* kom. Altså jeg har jo drevet masse med populærkultur, vært popstjerne i Russland og sånn så jeg er liksom opptatt av noen av de brytningene. Og da *True Detective* kom, så ble det kjempestort fordi det var så bra. Men hvorfor var det bra? Nei, fordi noe av det som regissøren hadde gjort der, var å klare å koble noe som ingen hadde koblet før. For det var første gang du så disse gigantiske, store bildene som fylte hele skjermen. Du så en bil som kjørte og de dro den gjennom hele shottet, dette episke sakte. Det var første gang de virkelig gjorde det. Men den andre halvparten av *True Detective* er jo disse dialogene og monologene som de har hvor de er filmet her *går helt inntil skjermen*, utrolig tett og intimt, mens de snakket med hverandre. Så han koblet også det veldig, veldig nære. Du kuttet ansiktet, du fikk ikke se håret og det hele, de kuttet helt her *setter håndflaten mot pannen*. Det nære og intime og det store og episke. Og det morsomme er, på den tiden, hvis du hørte på pop-musikk og lyttet da, så gjorde de akkurat det samme. De hadde rett og slett lagt veldig, veldig tørr vokal, at vokal kommer helt her *legger hånden rett foran ansiktet*, og der ligger den på verset. Men på refrenget, vil den da typisk ligge her *flytter hendene litt utover*. Sant, fortsatt tett og tørrt, men ut i stereo. Men mange av instrumentene vil ligge tungt i stereo hele veien, og en gitar vil typisk ligge her [foran] på verset, og doble hverandre og så vil de liksom triple den på refrenget for å bli stor. Koblingen mellom det veldig tette og nære og det store og episke. Og derfor, når du spør om det er noe vi vet fungerer? Det å gjøre *True Detective*-grepet nå, ville bli sett på som gammeldags. Fordi det er ikke sånn kulturen er lenger, rett og slett. Det som funket i går, har vi allerede sett. Så det betyr at *innovasjon* er en innebygget del av hele formidlingsgreia. Og dette er et av poengene som jeg er opptatt av – hjernen er psykologisk, særlig for unge, den trenger *newness*, den trenger noe nytt. Hvis vi servere hjernen noe den har sett og hørt før, så slår det en hel haug med psykologiske effekter inn, som gjør at det ikke registreres i bevisstheten, oppfattes ikke, huskes ikke. Så den må presenteres for noe nytt som den ikke har sett og hørt før, det er greit. Og dette gjør at *science education* og *science communication* har et prinsipielt skille, som det er viktig å være obs på. *Science education* har den fordelene at hver høst så kommer det nye studenter, så jeg kan fortelle den samme historien, fordi publikumet vil være nytt hver gang. Så der er *newness* garantert rett og slett bare ved det strukturelle av hvordan universitetet fungerer. Mens ute i det offentlige rom, der er publikum alltid det samme, så der må formidlingen være ny hver gang. Så kravet til nyhet og innovasjon er mye større i massemediakommunikasjon enn i en klasseromsundervisning hvor du kan bruke den samme greia om og om igjen fordi det vil være nye elever. Utfordringen der ligger i større grad når disse elevene vil ut fra skolen, de går jo hjem. Så går de tilbake i en samtidskultur som endrer seg i takt med massemedier. Så det er ikke sikkert at din historie med Rihanna funker like godt i dag for hun har ikke gitt ut en plate på 5-10 år. Nå må det være Billie Eilish. Så man må bare huske på å oppdatere seg for å matche populærkulturen rundt, så tenker du hva «ja, men det er ikke så farlig, hva med colatrikset mitt». Ja ... men hvis colaboksen du bruker, er den gamle colaboksen, og ikke den nye på reklamen de kjører nå, ja da er du blitt gammeldags. Så denne *newness*-greia snakker man ganske mye om.

137: Jeg: Det kommer tilbake til det med å identifisere seg med det som formidleren presenterer. «Den colaboksen der har ikke jeg sett før», så henger du deg opp i det. «Det her var rart, det her var utdatert, det her var irrelevant».

Coding Density

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Enthusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det

138: Jo: Ja, og det der lærte jeg av en produsent som jeg jobbet med en gang. Produsenten har det overforliggende administrative ansvaret – skaffer penger, skaffer de riktige folkene, sørger for at framdriften er på plass, at det her er bra. Så de har en sånn overordnet idé om hva de vil at dette prosjektet skal gjøre. De er ikke manusforfattere, de er ikke regissører, de er ikke 'lagere', de har en visjon på hvordan det her skal gjøres. Derfor står regissøren [oppført] ved siden av regissøren, de har på en måte laget dette prosjektet sammen, veldig ofte. Og han produsenten, han hadde aldri skjønt matte. Og det er ikke fordi han er en dum fyr, han har hovedfag i filmvitenskap fra Universitet i Stockholm. Men mattelæreren var sånn «Ole kjøper en colaflaske til 10 kr». *Rekker fort opp hånden i været* «Den koster ikke 10 kr, den koster 20 kr». «Ja, men er det så farlig, da? Den koster 10 kr.». Også klarte han aldri å skjønne oppgavene fordi han hadde falt av før de hadde begynt. Fordi prisen ble feil, huset som noen hadde tegnet opp så ikke ut sånn som hus gjør, det var bare et sånt 'Pippi-hus' og det er jo ingen som har sånne hus, så han klarte rett og slett ikke å skjønne poenget med matematikk, fordi han falt ut. Og da jeg hadde musikk, og skulle sitte der og spille Beatles-låter? Beatles var jo sånn som faren min likte, de var jo døde, det hadde ingenting med musikk å gjøre! Det var verre enn Mozart, for Mozart var i hvert fall sånn gamle, gamle dager. Disse her var jo nettopp døde, de var geriatriske pasienter og Paul McCartney ... Så det å forankre stoffet og få dem til å bry seg, det er det det alltid handler om, spørsmålet er hva du må gjøre for å få dem til å bry seg. Og vi har tatt noen grep, sette i virkeligheten, eksemplifisere med brannbiler eller badeeender eller hva pokker det er, for å få folk til å ta på det. Passe på at de matcher med den populærkulturen som folk lever i. Hvis det er kult med musikkvideoer som er litt små, intime og håndholdte, så kan ikke du stille opp med kamera på stativ, da blir du oppfattet som gammeldags. Hvis det er innmari hipt med sånne neonfarger, så er det litt skummelt å bruke 70-tallsmønstre på kjolen, fordi folk faller av. Og dette er en av grunnene til at regissører på TV i vitenskap og andre steder ofte rekrutteres fra musikkvideo, for musikkvideo, da må du være nå da. Da må du skjønne hva samtidsspråket er.

139: Jeg: Du skal helst være i morgen, egentlig?

140: Jo: Ja, ikke sant, ja helst i morgen! Da jeg jobbet med en som var låtskriver i Stockholm, som skulle skrive hits for de store popstjernene, så det var alltid en sånn greie, det du sitter og skriver nå, skal forhåpentligvis ut på hitlistene neste år, og hva gjør du da? Nei, det aller viktigste du har, er din egen følelse av «var den låta her fet?». Jeg vet ikke hva som er populært neste år, men hvis den er fet, da er sjansen stor for at den er fet neste år også. Dancing Queen med ABBA? Det er førti år siden, fortsatt fet. Fortsatt på klokka fem på tre på alle nattklubber. Så det er noe med at du må stole på deg selv, og veldig mange av oss som driver med det offentlige rom stoler jo også på at «dette her synes jeg var kult», ikke sant? Og sånn holder man på. Og etter hvert vil jo veldig mange falle fra, for det er vanskelig å få det til hele tiden. Og de som lykkes i det offentlige rom, de vil ofte ha sånne perioder hvor de treffer og så er de ute og så gjør de noe annet. Dere i klasserommet må jo på en måte treffe i førti år. Og da er det en ganske tung oppdateringsjobb på seg selv, for den bunken som du snur, den betyr noe annet neste år enn i fjor. For i fjor var det pandemi og neste år er det ikke pandemi.

141: Jeg: Dette tar meg ganske naturlig videre til det som er det nest siste spørsmålet mitt. Er det noen forskjell, eller hva tror du er de viktigste forskjellene på undervisning og formidling? Hva er det de har minst til felles? Og motsatt, er det noe du savner i undervisningssammenheng, der du tenker «søren hvorfor gjør de ikke mer av det?».

142: Jo: Noe av fordelene med formidling, er at man i veldig stor grad kan velge hva man vil snakke om. Hvis man skal drive med forskningsformidling kan de si at du sitter på universitetet og forsker

- 5. Amytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Entusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering

på dette her, og «dette her er ikke interessant for noen, så da gidder vi ikke å sende ut pressemelding, men dette *her*, det er kanskje *gøyalt*, så da sender vi ut en pressemelding og skriver en kronikk, *gøyalt*.»

¶143: Jeg: Det betyr ikke at det ikke er viktig, det betyr kanskje bare at det ikke er spennende?

¶144: Jo: Det er bare spennende for oss, det er så få som synes dette er interessant at dette lar vi ligge. Men når det gjelder undervisning så har man en plan å forholde seg til, dette her må fortelles, for det står i punktlistene, dette her skal elevene lære.

¶145: Jeg: Du bruker ikke læreplanen du, når du laget populærmatematisk opplegg?

¶146: Jo: Nei. Driter fullstendig i det. Hva er det som er fett? Det driver vi med. Og så vil vi selvfølgelig oppdage at veldig mange av de tingene vi snakker om *toucher* inn på læreplanen, mange steder. Så mange av de tingene jeg har vært med på å lage, havner jo inn i klasserommet i hele Skandinavia, så det er kult, men det var aldri poenget. For oss er det et poeng at det ikke skal være poenget. Hvis du skal fortelle noe om brøkrekning, så begynner ikke vi ved å si «hmm, hvordan kan jeg gjøre brøkrekning kult?». Jeg sier «hmm, hvor er det jeg treffer brøker hen?» også begynner jeg å snakke litt om tall og økonomi, og en bestefar som tapte pengene sine på børsen ... Og så jobber vi oss liksom langt unna og kommer oss helt ned til kjernen, hva er det egentlig det handler om? Brøk er jo *det* i forhold til *det*. Det handler om å sette fast blablabla. Også begynner vi å generere idéer på «hva kunne vært *gøy* med *det* da?». Så jobber vi oss frem, og så håper vi at hvis vi jobber oss opp igjen nå og treffer brøkrekning, hey, win! Da blir det *gøy*! Hvis vi nå treffer noe annet, hvis vi treffer algebra, ok, da må vi ned igjen og generere noe nytt. Og dette med å komme seg unna og finne et sånt univers å være i, litt mer sånn grunnleggende og så bygge noe artig oppover, da får du ofte idéer som er mer originale, som er mer levende, ikke føles som tvangstilpasset. Vi laget et prosjekt en gang for DNB, de hadde laget dette læringsopplegget som het Lærepenger.no som var en læringsapp med økonomi for unge. Om prosjektet er godt eller dårlig er litt irrelevant, men de slet med å få promotert det, så vi fikk i oppgave om vi kunne hjelpe til med å promotere et opplegg om personlig og privat økonomi for unger på ungdomsskolen. Så begynte jeg å snakke med venner av meg som er lærere – hva er det som er vanskelig med privatøkonomi på skolen? Så viser det seg, på skolen, når lærere er ferdig med å snakke om debet og kreditt og sånn, at det de alltid synes var litt kjipt, var når det alltid skulle være en eller annen fyr på bakerste benk som er sånn «men hvorfor må vi egentlig ha penger? Er ikke det bare en sånn kapitalistisk greie som folk har laget for å tjene penger? Før bare byttet de, hvorfor kan ikke vi bare bytte?». Ja, nettopp, der sliter vi, unger skjønner ikke engang hvorfor vi har penger, særlig ikke nå, hvor det er kapitalistiske problemer overalt, vi skulle gjerne ha byttet mer. Så derfor satt vi, ok, kunne vi hatt et byttesystem, da? Og så snakket vi med noen venner som driver med økonomi, altså det går ikke på grunn av *The double coincidence of wants*. ... Har jeg aldri hørt om, men *The double coincidence of wants* handler altså om at i et veldig enkelt samfunn, hvor det bare finnes brød og melk, jeg har brød og du har melk. Jeg har brød, trenger melk, du har melk, trenger brød, så bytter vi. Det er kjempefint. Smør kommer inn i bildet, dette her går kjempebra. Og så lenge det er få ting i omløp, så går det bra å bytte. Men problemet nå er at jeg har brød og trenger melk. Du har melk, men du har brød, det *du* trenger er nye bukser i størrelse 32. Det har *han*, men han vil ikke bytte bort dem, for han ønsker seg en kopp kaffe. Det har *hun*, men vil ha seg en ny sofa. Så byttingen går rett og slett ikke opp. *The double coincidence of wants* er når du og jeg tilfeldigvis må ha det den andre ønsker seg. Så satte vi opp et gigantisk bytteeksperiment, 400 stykker i en gigantisk hall i Fredrikstad, som løp rundt og prøvde å bytte. Det fikk de selvfølgelig ikke til, det ble bare kaos. Så tok vi en fyr, som var skuespiller, og sendte han ut byen i Oslo og prøvde å få han til å bytte til seg ting. Tok blant annet med seg en lama

Coding Density

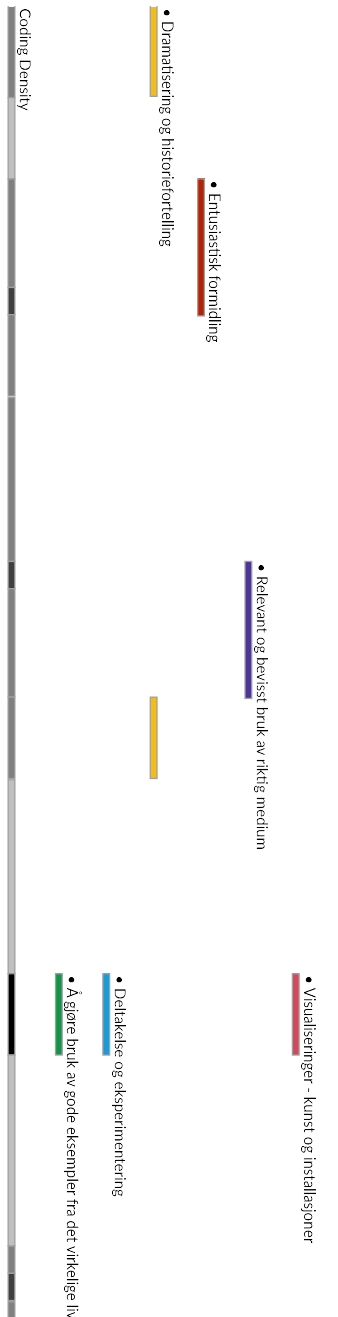
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv
- Enusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium

og prøvde å bytte til seg en sykkel, som vi filmet. Det ser helt latterlig ut å komme med en lama på en sykkelbutikk, det bare er ikke sjans. Du kan prøve å kjøpe deg en taxitur med en lampe, det er klart det går ikke. Så plutselig skjønner du at den byttingen er en fin idé, men penger er bare et sentralt byttemiddel, alle bytter alt inn i penger, også er det løst. Nemlig. Der driver vi våre idéer. I å si «Ok, det er brøkkregning, men hva gjør vi med det?» og går litt langt unna. Og vi gjør jo det her litt fordi med formidlingen så må vi lage noe nytt, litt sånn annerledes for å få folk til å tenke på det, for å få dem interessert. Men *der* tenker jeg at jeg savner mer av det i skolen. Mer lama i skolen! Mer badeender i slow motion, mer et eller annet som skjer! Fordi man blir ofte litt sånn statisk i den formidlingen når man lener seg på tradisjonelle tingene. Og så vet man kanskje innerst inne at det er ikke så fett å se på tavletegning, og så gjør man det allikevel fordi det føles litt trygt. Jeg savner noe mer av den lekenheten som man tillater seg. Men det fordrer også at man er som lærer, nødt til å samarbeide. Hvis ingen enkelthjerne skal fylle nok gøy til å fylle mattetime etter mattetime i tiår etter tiår. Når vi sitter og lager ting på TV eller reklamefilm så sitter vi mange årsverk og jobber frem disse idéene. Så vi har en sånn delingskultur, som vi riktignok får betalt for, men er liksom poenget. Lærere får også betalt, men jeg tror man må dele mer. Så hva er forskjellen? Nei, den store forskjellen handler i stor grad om at det er vanskeligere å bli sett i det offentlige rom, for folk kan se hva de vil. Så hvorfor skal de velge deg? Så man er nødt til å være litt mer kreative for å prøve å få tak i folks oppmerksomhet. I et klasserom så er de låst inne. Der sitter de i 45 minutter og de har ikke noe sted å gå. Det betyr ikke at du alltid må tenne på et eller annet eller smelle av en bombe eller ha jagerfly som flyr i formasjon for å få dem til å se på deg, *det har du*. Det betyr også at du kan senke kravene til noe av det visuelle og gøyale. Så det er et win, og det er ren grei forskjell. Vi kan aldri gjøre den samme tingen to ganger, fordi vi må ha newness, som sagt, i formidlingen. Som lærer kan du gjøre den samme tingen på to forskjellige klasser fordi det er forskjellige elever. Så du har større gjenbruksverdi. Også er dere heldige fordi dere står i en live-situasjon. Dere kan få feedback når det skjer og dere kan tune dere inn. Jeg har hatt stor glede av det og holdt flere hundre foredrag når du står alene på en scene i 60 minutter. Og det er klart at jeg har etter hvert merket hvilke historier som funker og ikke. Jeg merker når jeg har folk med meg og ikke. Har fått en veldig kroppslig opplevelse av at folk ler – bra. Hvis det er stille i salen – ikke bra. Og den erfaringen kan du også få som lærer, å prøve noe, og så prøver du en annen variant av det en annen gang, og så skjønner man etter hvert at, «ok, hvis jeg gjør det på denne måten, så går det fint ... det funker ikke rett før gym fordi da er de ute, men det funker veldig fint i en dobbelttime».

147: Jeg: Det er mye av den tenkingen der, ja.

148: Jo: Jaja. Også er det klart at jeg har stort oppoverhår, du har stort nedoverhår og er forskjellige personligheter, og det betyr at det som funker for meg er ikke sikkert at funker for deg. Og det har jeg vært veldig opptatt av når jeg har jobbet sammen med lærere «har du noen tips?» Jeg kan godt fortelle generelle triks som vi bruker, visualisering, eksperimentering, farger, eksempler. Men det er *ditt* klasserom. Det er viktig at du lager et opplegg som du kan bære. Det verste er når lærere, ikke bare går ut av komfortsonen, men prøver å være noen de ikke er, for det går ikke. Klasserommet og læreren er jo akkurat som populærkulturen for øvrig, du må ikke være ung og vakker for å bli hørt. Det finnes nok av gamle popstjerner, og rockere og musikere og skuespillere og hva som helst, som fortsatt har enorm resonans i befolkningen. Og da må de stå i greia si. Problemet er at du var ung og kjekk som 25-åring og så ble du 55 og fortsatt prøver å gå i den trange jeans-buksa og farger håret håret ditt svart. Da blir det tungt. Så det er noe med å se seg selv i speilet og si «hva er det jeg kan, hva er det jeg er interessert i, hva er det jeg kan få til?». Det er ikke sikkert at *du* skal bruke Billie Eilish i eksemplene dine. Det er noe med at man selv kan finne eksempler som er ok, og som kan ha resonans hos mottakeren. Men man skal ikke bruke Billie Eilish som eksempel bare fordi mottakeren synes at det er fett. Jeg har også dummet meg ut på at jeg har spilt litt for mye med på



lag på «hva kommer andre til å synes er interessant», men så klarer jeg ikke å investere nok av meg selv i det. Og så er ikke *jeg* så opptatt av det, også blir det litt sånn halvveis. Det å stå å fake entusiasme, det gjennomskuer folk altså. Da heller å snakke om noe du synes er kult.

¶149: Jeg: Så smitter heller den entusiasmen over på publikummet ditt.

¶150: Jo: Ikke sant. Jeg ble sittende sammen med en fyr en gang. Altså, jeg hater golf, det er kjedeligste sporten som er funnet opp noensinne, jeg fatter ikke at det er så stort. Så ble jeg sittende i et bryllup ved siden av noens onkel. Og det er liksom ikke noe sted å gå i et bryllup. Og han var entusiastisk golfer. Og jeg var sånn «ok, hvis jeg skal holde ut dette her, da må jeg høre på». Og det var kjempespennende! For det viser seg at det er masse gøyale selv i dustete golf, som man kan bruke til noe spennende. Jeg hater sjakk, men det går også helt åpenbart an å få folk til å synes er spennende, tusenvis av seere på VG-TV. Så selv de mest nerdete ting går det an å gjøre, så lenge du gjør det med hjertet. Og det er kanskje noe av det viktigste rådet. På alle prosjektene våre så river vi hjertet ut også legger vi det på scenekanten også måker på også tar vi en sjans. Og vi elsker jo folk som vil, sant? Så når jeg holder foredrag for vitenskapsfolk og forskere og sånn, så er det største problemet de gjør at de gir ikke noe av seg selv. De skal være så objektive at de tar det lange skrittet tilbake, også sier de «man» og «objektet» og litt sånn, og det er jo dritkjedelig å høre på. Ta heller å gjør et forsøk, så får det heller gå på trynet. Vi elsker jo folk som gråter og ler og angre og hva som helst, folk som er mennesker. Så de som våger å være et menneske når jo ut. Se hva som skjer på TV, de er jo ikke stilistiske programledere, de er jo ikke animerte. Det er jo mennesker. De gir intervjuer i Se og Hør om hvem de er, angre på at de var utro og hva de studerte og hvor glad de er i bestemor og barna sine.

¶151: Jeg: Det var et fint sted å runde av tenker jeg. Siste spørsmålet mitt er om du ønsker at jeg skal sende deg transkripsjonen til gjennomsyn.

¶152: Jo: For meg personlig er det ikke viktig, spørsmålet er om du har lyst til at jeg skal gjøre det for å dobbeltsjekke.

¶153: Jeg: Nei, hvis ikke det er viktig for deg er det ikke så farlig.

¶154: Jo: Nei.

¶155: Jeg: Da sier jeg tusen hjertelig takk!

Coding Density

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• Deltakelse og eksperimentering

• Dramatisering og historiefortelling

• Entusiastisk formidling

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• Visualiseringer - kunst og installasjoner

• 1. Avsender

• 2. Mottaker

• 3. Observatør

• 4. Overhører

• 5. Avlytter

Vedlegg 7: Transkripsjon av intervju med Roger Antonsen

¶11:

¶12:

¶13: Jeg: For det første, har du fått lest det informasjonsskrivet jeg sendte deg på mail i forkant?

¶14: Roger: Jeg fikk kikket på det, men ikke i detalj.

¶15: Jeg: Har du noen spørsmål til det?

¶16: Roger: Nei, egentlig ikke. Jeg skal ta en titt på det, siden du spør ... Nei, det er greit det der, ser veldig riktig og bra ut.

¶17: Jeg: Går det greit at jeg ikke anonymiserer deg i intervjuet?

¶18: Roger: Ja, det er helt greit.

¶19: Jeg: Flott!

¶110: Roger: Skal jeg skrive ut denne og sende det til deg?

¶111: Jeg: Nå har jeg jo en muntlig bekreftelse på at du har lest det, så det holder det.

¶112: Roger: Ja, ok, da går det greit. Bare si ifra hva du trenger.

¶113: Jeg: Ja! For det første, hva jobber du med?

¶114: Roger: Nettopp, jeg er førsteamanuensis på Universitetet i Oslo ved institutt for informatikk, hvor jeg både forsker og underviser. Jeg underviser i et fag som heter logisk metode, som er et bachelor-kurs i andre semester for omtrent 3-400 studenter som begynner hos oss. Det er et introduksjonskurs til matematisk tankegang, så det jeg må gjøre er å ta studenter fra videregående skole, som oftest, og fortelle dem hva matematikk egentlig handler om. Også forsker jeg på logikk og logisk metode også bruker jeg også en del tid på visualiseringer og matematisk kunst og den slags.

¶115: Jeg: Og hva er din pedagogiske bakgrunn eller tilknytning?

¶116: Roger: Det er fra Universitetet i Oslo hvor jeg har undervist dette kurset veldig lenge, og jeg har skrevet lærebok på norsk som heter *Logisk Metode*, så jeg vet ikke om det teller som pedagogisk bakgrunn, men jeg har også skrevet en studiebok som heter *studiebok til logisk metode* også er boken oversatt til engelsk. Også har jeg arbeidet i flere år på noe som heter *studielabben* ved institutt for informatikk som nå ikke er aktiv lenger, men som handlet om å gjøre studiehverdagen bedre for informatikkstudenter, gjøre studentmiljøet bedre. Når det gjelder formidling og en del andre ting, så har jeg også arbeidet med å lage et maker space ved Universitetet i Oslo som heter *åpen sone for eksperimenterende informatikk*, der man kan utforske, kanskje mer fysisk programmering, og gjøre ting med hendene og bygge ting og lage ting og være kreativ på andre måter enn bare å sitte og programmere. Så det går nå på sitt ellefte år, det ble opprettet i 2011. Også har jeg gjort en god del matematikkformidling ved siden av – holde foredrag, snakke med lærere og så videre.

¶117: Jeg: Har du noen vektall, studiepoeng i pedagogikk?

¶118: Roger: Null

Coding Density

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

- Dramatisering og historiefortelling
- Entusiastisk formidling
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- 1. Avsender
- 2. Mottaker
- 3. Observatør
- 4. Overhører
- 5. Avlytter

• Delaktelse og eksperimentering

¶119: Jeg: Hvordan er ditt forhold til matematikk? Det er jo veldig relevant med tanke på det kurset du holder. Både yrkesmessig og på fritiden, sånn rekreasjonelt, og egentlig rent filosofisk, hvordan du betrakter matematikk som disiplin.

¶120: Roger Wow, det var mange spørsmål.

¶121: Jeg: Det første svarte du egentlig på, men det andre – bruker du matematikk på fritiden?

¶122: Roger: Ja. Jeg både bruker og lever i en matematisk verden hele tiden. Så matematikk for meg det er kunsten å abstrahere og tenke abstrakt og det er på en måte vitenskapen om mønstre. Og mønstre trenger ikke bare å være et geometrisk mønster eller en tallrekke, det er på en måte det vi gjør hele tiden når vi gjenkjenner ting. Så kunsten å abstrahere har på en måte blitt, for meg, essensen i matematikk, da. Og matematikk er en fagdisiplin som har gjort det institusjonalisert og formelt. Hvor det er sagt at «her er spillereglene» og dette er en måte å gjøre abstraksjon og sånn helt nøyaktig. Så jeg har ikke alltid hatt den holdningen til matematikk, men matematikk er et samspill mellom det å finne disse mønstrene og representere dem på gode måter ved hjelp av symbolske språk, og det å bruke disse symbolske språkene igjen til å finne ut av ting om disse mønstrene. Og mønstre det kan være endringer i vær og klima, eller det kan være geometriske tallrekker, eller det kan være enda mer abstrakte ting, som gruppeteori eller noe veldig abstrakt da, hvor man oppdager noe med verden gjennom å arbeide med disse representasjonene. Så jeg er jo hekta på dette, også i mitt eget liv. Men vi er jo sånn alle sammen, at vi leter etter mønstre uten å selv være klar over det, hele tiden. Bare det å lese er på en måte en form for mønstergjenkjenning. Så jeg mener at den delen av hjernen som er matematisk, den arbeider hos alle hele tiden i større eller mindre grad. Men når det gjelder sånn rekreasjonell matematikk, så har jeg også en god dose av det. Jeg liker sånne selskapsleker, om du kan kalle det det, som å regne ut hvilken ukedag folk er født på og finne ut av sånne ting. Hvis du har året og måneden og dagen så er det veldig lett å regne ut. 6. juni 2022, det er en mandag, for eksempel. Så sånn type lek er jeg ganske hekta på. Så jeg har lært meg å regne ut det ganske kjapt. Og når man først har gjort det så får man sånn mestringfølelse så man får lyst til å gjøre det mer og raskere og bedre, så det har blitt en sånn hobby, da. Men jeg er også interessert i alt mulig da, sånn som Sudoku, jeg har sånn som dette *holder opp boken, *Taking Sudoku Seriously**, som er matematisk analyse av Sudoku, og jeg er veldig besatt av kunst i det siste og det å se koblingen mellom kunst og matematikk. Jeg har i de siste par årene forsket litt, faktisk, på keltiske knuter og strukturen i keltiske knuter og prøve å se, finne ut av hvor mange er det og hvordan kan man kategorisere dem og hvordan henger de sammen med hverandre, hvorfor er to knuter like hverandre og så videre. Og det har også tatt sin vei inn som kunstform da, hvor jeg sitter med passer og linjal og penn og papir og blyant og viskelær, og prøver på en måte å tegne disse tingene, og skyggelegger dem og prøver å finne ut av det. Så det blir liksom mer sånn taktil matematikk hvor man ikke bare tenker og skriver, men på en måte gjør det også. Så det er mange aspekter ved det som jeg tar med meg i livet. Og det er også filosofiske aspekter ved det som jeg tror mange overser fullstendig. Så det å ta noe som er ullent og vagt. Du kan godt tenke på klima eller vaksiner eller vær eller virus. Men du tar noe i verden som er litt sånn vagt eller uklart og så lager du et skille og sier at vi deler denne vage tingen inn i en veldig sånn tydelig greie. Så *her inne* er alt det vi snakker om, og utenfor er alt det andre. Og da har du laget et skille som gjør at det som før, var vagt og udiffersiert, fremstår veldig tydelig. Så er det veldig mange som glemmer, tror jeg dessverre, at det er noe vi gjorde. Man sitter igjen med en klar forståelse av et virus, vi vet hva et virus er. For det er innenfor den bobla og det som er ikke-virus det er utenfor den bobla. Men så glemmer man det litt magiske som er i det å definere noe, å faktisk si at vi lager et skille mellom det som er virus og det som ikke er virus. Du kan ta hva som helst, det var kanskje et sånn mer aktuelt eksempel, men jeg tror matematikere og matematikk på

Coding Density

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Entusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

sitt beste blir gjort når man klar over at de skillene er vilkårlige. Så man sitter igjen med den bevisstheten om at man har laget et skille mellom det som er symmetri og det som ikke er symmetri, men jeg er også klar over at det skille kunne ha gått et annet sted. Så det er den filosofiske delen av det som jeg synes er helt enestående. Matematikk er det faget jeg ser som gjør det mer eksplisitt enn noe annet fag. Jeg tror fysikk og kjemi og antropologi og sosiologi på sitt beste, gjør også det. For de sier at «ok, nå har vi en populasjon, og vi definerer disse ordene sånn og sånn og sånn». Og de som utøver den fagdisiplinen, når de virker på sitt beste så har de også klart for seg at de har lagt inn en definisjon og et skille. Og det har med abstraksjon å gjøre, for når man definerer og setter ord på ting, så abstraherer man. Alt dette henger sammen i mitt liv, så jeg lever det, hver dag.

123: Jeg: Hva slags medier bruker du for å kommunisere matematikk til et bredt publikum? Er det mest foredrag? Jeg har sett du en del YouTube-videoer. Hva er det er mest vant til å bevege deg i?

124: Roger: Foredragsformen er kanskje den jeg er mest vant til. Det å møte et nytt publikum, enten virtuelt eller på ordentlig, og snakke med folk. Jeg har holdt en masse foredrag av den typen at jeg prøver å interagere med publikum. Jeg hadde en lang runde der jeg sjonglerte, for å gjøre det mer levende. Da snakker vi om sjongleringsmatematikk, det er så visuelt, for du gjør noe og så kan du regne litt på det. Så kan du regne ut et nytt mønster også kan du vise frem det. Det kan være en veldig engasjerende måte å gjøre det på. Også har jeg også brukt interaktiv grafikk i løpet av foredrag. Ikke bare ha et slideshow eller en video som snurrer i bakgrunnen, men være til stede og gjøre noe so du interagerer med. Jeg kan kjøre en simulering for eksempel også kan jeg gi input til den simuleringen der og da. Og det er litt annerledes og det gir litt sånn wow-faktor. Så det er jeg det er mest vant til, og så er det en to-tre andre sånne flater og medier som jeg har brukt, og det er jo videoer og det er YouTube og så har jeg skrevet litte granne her og der, ikke sånn voldsomt mye. Skrivningen har vært litte granne i Aftenposten, men jeg har på en måte ikke ropt så høyt i de mediene. Men i tillegg til de bøkene er det blitt en del skriving. Men egentlig tror jeg det er foredragene og det arbeidet der.

125: Jeg: Hva er det siste prosjektet du var involvert i?

126: Roger: Når det gjelder populærvitenskapelig formidling?

127: Jeg: Ja.

128: Roger: Nei, det er vanskelig å si. Jeg har noe i løypa som ikke har kommet ut. Det spørres litt hva du mener med populærvitenskapelig formidling, for i fjor skrev jeg en artikkel om keltiske knuter og den ble plukket opp av et svensk tidsskrift som het *nämnaren*. Så dette er et svensk tidsskrift for matematikkundervisning *holder opp en utgave av *nämnaren**. De fant det første bildet som jeg hadde laget, for jeg laget keltiske knuter av papir. Og så tok de kontakt og så ville de gjerne at jeg skulle skrive litt også, så det siste jeg gjorde var jo kanskje å skrive her om keltiske knuter. Og her er et utdrag fra denne siden og her er en opptelling og analyse, 48 keltiske knuter som har størrelse 3x2. Og de røde og de blå og de grå, de er forskjellige kategorier. Du kan se at de grå henger ikke sammen, de er liksom løsrevet fra hverandre, og de blå har andre egenskaper og de røde er de pene.

129: Jeg: De mønstrene nederst ser ut som en sånn Hilbert-kurve?

130: Roger: Ja, det er det. Det er en keltisk Hilbert-kurve. Det er planfyllende kurver, som dekker over hele planet rekursivt. Så du der én iterasjon av den og en annen iterasjon av den. Og denne er den samme som denne [på omslaget av tidsskriftet]. Men dette er ikke en så fin keltisk knute

Coding Density

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Entusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

egentlig, for det er bare to bånd som er snurret rundt hverandre. En litt mer spennende er denne *blar opp i tidsskriftet*, dette er også Hilbert-kurver, men det er tre som er flettet sammen. Det er faktisk fysisk flettet papir som er laserskjært. Så det er tynne strimler så er de flettet sammen etterpå. De ville gjerne ha med feil, så de ville gjerne at jeg skulle ha med at disse hadde knekt og blitt litt sånn ødelagt på veien. Så det er jo veldig gøy. Men det anser jeg som populærvitenskapelig formidling også, for det sprer kanskje en annen måte å se på matematikk på. «Oi, man kan gjøre en analyse av keltiske knuter», så det at lærere blir gjort oppmerksom på det gjør at de forteller elevene om det, som igjen gjør at de kan endre litt syn på hva matematikk er.

131: Jeg: Det at de ville ha med de feilene er jo litt interessant for det er kanskje på å menneskeliggjøre prosessen litt. Noe som er matematisk er ofte abstrakt, man ønsker kanskje å benytte enhver anledning til å gjøre det relaterbart og gjøre det til noe ekte og eget?

132: Roger: Ja, det å omfavne feil og det å gjøre bra ting ut av å feile det er en veldig flott ting. Så hvis man klarer det i en formidlingssetting eller en undervisningssetting, at det er greit å feile, at det er greit å dumme seg ut. For du blir aldri ekspert til å spille gitar eller piano hvis du aldri gjør en feil. Du kan ikke forestille deg en ekspertpianist som aldri har spilt en feil noe i hele sitt liv. Så det er noe med det at du *må* feile for å gjøre for å vite hva som er riktig. Så det er riktig det. Altså all ære til dem for å ha med det aspektet.

133: Jeg: Når du holder et foredrag så snakker du jo til mange mennesker, og når du lager en YouTube-video har du ikke direkte kontakt med mottakeren akkurat der du sitter. Hvordan vet du at budskapet når frem, hvordan vet du at opplegget fungerer?

134: Roger: Man vet jo aldri det hehe. Men kan jo bare satse på det da. Richard Feynmann sa noe bra om det. Da han ble spurt om dette sa han «jeg prøver å si det på én måte som fanger *den* gruppen inn, og så prøver jeg å si det på en annen måte som fanger inn *den* gruppen». Så det å ha et mangfold av perspektiver og mangfold av måter å si ting på. Du forteller den samme historien, mange ganger, med forskjellige ord og forskjellige metaforer og med forskjellige bilder, så hekter du flere på kroken. Snakker du om algebra vil noen gjerne se likningen, mens andre vil heller høre en historie om penger for eksempel. Så vi har forskjellige ting vi blir hekta på. Snakker du om musikk så blir de sånn «wow, nå skjønner jeg hva du mener når du forklarer det med musikk». Så det er et triks. Men ellers så vet man ikke det. Men når man er i en sal så kan man jo lese publikum på en helt annen måte. Du kan gjøre det litt på nettet hvis man ser alle ansiktene. Men det er noe med det å være i et rom med folk. Du føler på stemningen. Så jeg har vært i et rom der det er helt dødt. Og da er det på en måte en utfordring å få det engasjementet inn og få folk investert i det du sier. Det er mange triks jeg har funnet ut av selv, men er sånn sunn fornuft, for å hekte folk på kroken. Det å overraske og gjøre noe som er uventet, eller noe som er veeldig aktuelt, som alle går og tenker på eller finne den elefanten i rommet som ingen tør å snakke om. Det er masse sånne ting som man kan gjøre.

135: Jeg: Når du er ferdig med å snakke, snakker du mye med publikum etterpå, bruker du generelt mye tid på å evaluere oppleggene i etterkant, bruker du mye tid på å dekomponere hva som fungerte, eller er det mer «live and let die» også videre til neste prosjekt?

136: Roger: Der har jeg endret meg mye, i begynnelsen så var jeg mye mer sånn. I begynnelsen var jeg mye mer metodisk i hvordan jeg holdt foredrag, da tenkte jeg mye på hvordan skal man holde et foredrag. Altså «hva er komposisjonen?». Men etter hvert som det blir en del av det du gjør, så trenger man ikke å bruke så fryktelig mye tid på det, så det er flere svar – ja, jeg er igjen etterpå for å snakke med publikum ofte, bare fordi jeg har tid og fordi det er gøy. Det er alltid noen som har

Coding Density

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• Deltakelse og eksperimentering

• Dramatisering og historiefortelling

• Entusiastisk formidling

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• Visualiseringer - kunst og installasjoner

• 1. Avsender

• 2. Mottaker

• 3. Observatør

• 5. Avlytter

• 4. Overhører

spørsmål og noen sånne møter har vært helt eksepsjonelle. Etterpå, så er jeg stort sett helt ferdig med det, da er det ha det bra og hjem og tenke på noe annet. Noen ganger er det som å ta på seg en rolle, det er som å være skuespiller. Det kan være en klovnerolle, det kan være en seriøs forskerrolle, det kan være en sånn filosofrolle, men man tar på seg en eller annen rolle når man holder foredrag på den måten. Hvis jeg snakker til tiåringer så er det mye mer gjøglerstemning enn hvis jeg har et rom full av matematikkprofessorer. Jeg var nylig og holdt foredrag for hele institutt for informatikk, og da spurte jeg før jeg gikk inn, «hvem er det som er i publikum?». «Nei, det er alle professorene, også er det alle stipendiatene, også er det noen postdoktorer også noen masterstudenter, kanskje». Og det var en full sal da jeg fikk snakke om det jeg ville, egentlig. Og da var det visualiseringer av matematikk, som jeg snakket om. Hvordan du kan ta et eller annet og visualisere det. Men det du spurte om var vel egentlig hvor mye prosess er det før og etter og analyse av hvordan jeg gjør det, og det er ikke så mye av det lenger. Men det var nok mye mer før. Hva var det som funket, hva var det som ikke funket. Til slutt så lærer man seg, nesten mer sånn indirekte, hva er det som funker og sånn.

137: Jeg: Har du noe rammeverk, noe teori som du lener deg på når du skal komponere noe som du skal snakke med mange mennesker om, eller er det mest fornuften som du benytter?

138: Roger: Nei, det er noen tanker der. Men jeg har nok utviklet en egen sånn stil, som gjør at jeg ikke trenger å tenke så mye lenger på det. Så to forskjellige måter å holde foredrag på. Et sånt skille er hvor springende man er. For folk kan klare seg med et foredrag der man snakker i fem minutter om noe, og så uten noen form for overgang så begynner man å snakke i fem minutter om noe helt annet. Det kan fungere, hvis alle disse tingene er spennende og relevante så trenger det ikke å være noen bro mellom emnene. Det kan være ganske sånn løsrevde biter. Jeg holdt et sånn pecha kucha-foredrag en gang, som var helt spinnvilt, hvor jeg snakket 20 sekunder og så 20 sekunder om et helt annet tema og gjorde det mange ganger og det var jo helt ustyrtelig morsomt. Og alle lo og alle koste seg, og det var sånn «der kom han crazy matematikeren som fortalte oss alle disse tingene». For det var liksom 20 sekunder om Rubiks kube og så var det 20 sekunder om å regne ut ukedager og så var det 20 sekunder om geometri så man ble helt huegæren av å se på det. Men det var på en måte designet for å være sånn. Det andre måten å holde foredrag på er mye mer strukturert og komponert, du burde tenke på det som en komposisjon, så jeg har holdt tre litt sånn større TED-foredrag opp igjennom tiden. Og for ett av dem så ville de gjerne coache meg og han coachen, som het David Trayford tror jeg, var ganske god på det der med komposisjon. Så han ville at jeg skulle tegne komposisjonen, intensitetsgrafene. Han lærte meg mye, for han sa at når du holder foredrag så er intensitetsnivået på 110 hele tiden. Men hvis du klarer å slappe av litt innimellom, du går ned i intensitet, bygger det på en måte opp ganske sånn bevisst, så kan det blir et mye bedre foredrag. Så da lærte jeg egentlig litt mer av det. Kanskje man går ut med et bang da, 110 prosent, så roer man det heller ned, så bygger man det sakte opp igjen. Og sånn type visualisering av foredraget har jeg på en måte gjort litt, det er jeg litt bevisst på når jeg snakker. Så jeg vet hvordan jeg skal dra dette sammen sånn at det blir bra for publikum. Men det er også mye som er improvisert med 500 slides og jeg har planer om å snakke gjennom 100 av dem, men veien gjennom den skogen, den velger jeg når jeg står der. For jeg merker hva folk snapper opp og hva folk synes er spennende og så velger jeg en annen vei. Og det er veldig mye intuisjon, for det er ikke noe regel for «hvorfor velger du den veien?». Jeg har kanskje 30 temaer da, klare i Keynote, så jeg kan veldig raskt bare bytte. Og det er også et spørsmål – hvor lenge man bruker på hver ting også, for noen ganger har du lyst til å være fem minutter på en ting og andre ganger har du mer lyst til å være ti sekunder på den samme tingen, så mitt oppsett gjør at jeg har den valgfriheten når jeg står der. Hvis jeg har lyst til å suse gjennom noe å bare vise til kule bilder av Hilbert-kurver, for eksempel, så trenger jeg ikke å snakke om det, men hvis jeg føler at «åh, her traff jeg en nerve» så kan jeg bruke

Coding Density

- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• Entusiastisk formidling

fem minutter på Hilbert-kurver. Og det er noe jeg synes er gøy å gjøre. Jeg vet ikke om det verdt det, men det gjør det interessant for meg, og jeg slipper å holde det samme foredraget hundre ganger. Jeg har møtt ... sånn som James Grime som holder foredrag om Star Trek for eksempel. Han fortalte meg at «nei, nå har jeg holdt det samme foredraget akkurat på samme måten hundre ganger. Og jeg vet nøyaktig når folk ler». Så det er på en måte null improvisasjon, da, og det er ikke min stil, på én måte. Men det funker jo bra, for han finner jo ut av hva som funker. Og er det første gang du hører det så sitter det som et skudd det foredraget. Så det gjør det kanskje ikke når jeg holder foredrag, det er litt mer sånn hit and miss. Noen ganger funker det dødsbra og andre ganger det sånn «oi, skulle kanskje ikke brukt ti minutter på hvorfor det er akkurat sånn jeg har regnet ut keltiske knuter». Jeg har endt opp med å gjøre det òg.

¶139: Jeg: Du snakker om at du har hatt coach på TED. Har du noen annen erfaring når det kommer til massekommunikasjon, har du lest noe om markedsføring, har du noen andre folk som du har vært med i kontakt med for å bygge den kompetansen?

¶140: Roger: Ja, noe av det nyttigste jeg har gjort, det er to ting: De ene er å jobbe med teatersport og teaterimprov, det er så sykt nyttig. For det første blir du veldig klar over hvordan du fremstår for andre, for det trenger ikke nødvendigvis å være sånn som du tror du fremstår. Også lærer du på en måte å lytte til andre og ta imot signaler. Så når du gjør teatersport er du nødt til å være oppmerksom på hva folk holder på med og hva folk sier. Du må faktisk høre på hva folk sier, du kan ikke være inne i den egen lille boble og bare kjøre på. «Jeg er bakeren fra Toten ...» og da må du spille videre på hva andre kommer med, du kan ikke bare være den bakeren fra Toten hele tiden. Så det har jeg lært utrolig mye av, jeg har tatt tre sånne kurs opp igjennom tiden. Første for, jeg vet ikke jeg, tjue år siden, så gjorde jeg det igjen for noen år siden, det var bare kjempegøy. Jeg tror man glemmer så fort sånne ting. Så det er én nyttig ting. En annen nyttig ting det er å se på seg selv, på video eller høre på seg selv. For jeg tror vi har en sånn autodidaktisk del av hjernen, så bare ser vi på oss selv også sier vi «det der var ikke bra» eller «sånn burde man ikke gjøre når man snakker med folk». Så jeg har lært mye sånn autodidaktisk, bare av å se på seg selv så tror jeg man lærer veldig mye. Og når det gjelder litteratur så har jeg lest en god del som har gjort inntrykk på meg. Det er alt fra sånn type populærpsykologisk litteratur. Nå har jeg en bok av Cialdini som heter *Influence* for eksempel, som handler om hvordan man påvirker hverandre. Det er en psykologisk klassiker, nærmest, om hvordan man skal påvirke andre. Og da jeg var ung så leste litt om kroppsspråk og sånn, jeg vet ikke om det har hatt noe å si. Også har man disse mer matematiske tingene som handler om matematikksirkler og matematikkommunikasjon. Det er en bok som heter [*Out of the Labyrinth*], det er også en god bok som handler om hvordan man snakker om matematikk. Så det er en del av det pedagogiske. Jeg har holdt en del foredrag om det å holde foredrag. Og når folk spør meg om det så svarer jeg alltid «teatersport og å gjøre sånne øvelser» for å bli komfortabel med seg selv på en måte. Å tørre å dumme seg ut òg, en del av teatersport er jo bare å dumme seg ut og tulle og tøyse. Så etter hvert som jeg har forstått hva det handler om så er det også det å være leken blitt mer viktig for meg, ikke bare når jeg holder foredrag, men som livsstil nesten, det å omfavne en sånn lekenhet. Det vet jeg ikke hvor jeg har fått fra, det kan være noe jeg har lest meg til, uten at jeg husker det.

¶141: Jeg: Hvem er det du samarbeider med når du skal lage et foredrag? Gjør du det meste selv eller får du hjelp av filmskapere, grafiske designere og produsenter og manusforfattere og sånn?

¶142: Roger: Nei, jeg gjør det meste selv. Men jeg har hatt noen filmprosjekter hvor jeg har jobbet med folk som jeg har leid inn for å filme og tenke rundt det med manus og sånn. Så det greiene jeg gjorde med *Magiske Mønstre* så var det Rubicon som hjalp til for da fikk jeg støtte fra Abelfondet, så

Coding Density

- 1. Avsender
- 2. Mottaker
- 3. Observatør
- 4. Overhører
- 5. Avlytter
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Entusiastisk formidling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• Dramatisering og historiefortelling

da kunne jeg leie inn noen som tenkte litt rundt det. Og det var greit å få litt andre øyne på det, som sa at «dette var kanskje ikke så spennende. Selv om du synes det er kjempegøy, så er det kanskje ikke det beste å lage en video av». Men ellers, stort sett, har jeg vært helt alene.

¶143: Jeg: Hva var det Rubicon gjorde, sånn helt konkret?

¶144: Roger: Nei, det var å komme med kamera og lys og lyd ... og det var action-biten av det. Det var tre biter. Den første var planleggingen og å skrive ferdig manusene. «Ok, det skal være en historie om å brette papir, da er kanskje sånn, sånn og sånn måten å gjøre det på». Også er det faktisk det å filme og å ha kamera, noen som er sykt opptatt av at lyset skal være riktig og at alt skal se bra ut. Også er det klippingen etterpå, som også hadde tatt meg uendelig lang tid å gjøre, som de folka der gjør superraskt og effektivt. Så det er vel de tingene de kan hjelpe med. Når det gjelder innhold og sånn, så er det ikke så mye de egentlig kan gjøre. Men dette er jo spennende greier for det er jo veldig mye i endring nå. Hvert fall i de siste par årene, når det er flere og flere som er på YouTube og Patreon, flere som bruker tid på å lage gode videoer. *3blue1brown*, Grant Anderson i California er også en fyr som har brukt masse tid på visualiseringer og gjøre disse tingene riktig, som gjør mesteparten av jobben selv, men også får litte granne hjelp utenifra. Det er det som skjer når man begynner å tjene litt penger, eller man trenger det – man får litt hjelp.

¶145: Jeg: Du jobber jo både som underviser også driver du med det her på siden. Hva er den største forskjellen på en undervisningssituasjon og en ekstracurriculær formidlingssituasjon tenker du?

¶146: Roger: Jeg er mye mer forplikta når jeg underviser, for da er det pensum man skal gjennom og noe man faktisk skal lære, så det er ikke så 'moro' på én måte. Men det er den samme underliggende metoden som ligger til grunn. Det er å fortelle en historie, bruke forskjellige perspektiver, ha den bevisstheten om abstraksjonen som foregår. Det er en annen modus fordi det er litt mer seriøst, så jeg kan ikke tulle og tøyse. Du har en sånn grad av «hvor filosofisk er du?» det er sånn fra 0-100. Så jeg er nok litt mer filosofisk når jeg underviser enn når jeg holder foredrag. Så har du «hvor underholdende er du?», da er du åpenbart mer underholdende når du holder populærvitenskapelige foredrag enn når du underviser. Men man kan trekke veksler på begge deler. Hvis jeg drar fram sjongleringsballer eller Rubiks kube eller noen matematiske figurer i en forelesning så er det alltid sånn «wooh, nå skjedde det noe!» da blir i hvert fall studentene mer alert. Og det kan være gøy å krydre det på den måten, men det er for å skape interesse. Så det er litt sånn todelt svar, for halvparten er det samme. Man snakker og man er til stede i et rom, men den andre halvparten er veldig forskjellig for det er pensum og ... ja.

¶147: Jeg: På skolen må man jo ta utgangspunkt i styringsdokumenter og det som står i emneplanen og sånn, men når du lager et populærvitenskapelig opplegg, hva er det som legger rammene for hva du skal snakke om, tar du inspirasjon fra læreplaner og emneplaner da, eller er det bare hva du synes er gøy og interessant?

¶148: Roger: Bare hva jeg synes er gøy. Men jeg snakker jo med folk på forhånd, «hva er det dere er interessert i å høre om», så som oftest så har de en spesifikk interesse, så de vil gjerne høre om programmering eller matematisk kunst – «ååå, det hørtes kjempespennende ut, kan du ikke snakke om det?» og da gjør jeg jo det. Så det er det det har blitt mye av i det siste. Men det er også fordi nå er jeg blitt veldig interessert i akkurat det, så når jeg tilbyr det «ja, jeg kan komme og holde et foredrag om matematisk kunst» så sier de «wow, ja kult, da gjør vi det!». Og det er på en måte kunst og matematikk som er tema. Men hvis jeg snakker til lærere, eller elever, så prøver jeg hele tiden å trekke tråder til det de har inne i hodet sitt, «hva kan jeg bruke dette til?» eller «hvorfor skal

Coding Density

- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv
- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium

- Enthusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling

• 2. Mottaker

jeg tenke på dette?» for å prøve å gjøre det relevant. Det er mange måter å gjøre et foredrag eller det sier, relevant på.

¶149: Jeg: Er det noe du savner i norske klasserom, noe du tenker at «søren, hvorfor gjør de ikke mer av det der, det funker jo så bra på scenen og det funker så bra på TV»?

¶150: Roger: Tror ikke det er noe fasitsvar på hva som funker og ikke funker. Det er veldig mye som er som whack-a-mole – det er masse frosker også dytter du ned én også kommer det opp en annen, så hvis du gjør det riktig på én måte, så er det andre ting du ikke gjør riktig. Altså, det er masse ting jeg skulle ønske var i klasserommet. Jeg har vært veldig opptatt av *maker space*-miljøet og det å kunne lage ting og det å ha en 3D-printer og laserskjærer og en liten loddebolt og å kunne utfolde seg på den måten. Men det er jo ikke fasitsvaret på alt. Og samme med konkreter – å ha disse dingsene som man kan leke med, det er ikke løsningen på alt. Det er selvfølgelig kjempefint å ha det, jeg skulle ønske at alle klasserom hadde masse matematiske kunstverk over hele som hang i taket og at det var en Rubiks kube i hvert hjørne. Da har du [plutselig] én elev som tar opp den og bare «å, den var spennende» og som blir inspirert av det. Så jeg tror mangfold og variasjon er noe av det viktigste. Så hvis det er noe jeg vil ha mer av, så er det mangfold og variasjon. Det er ikke en spesifikk ting. Det er det som du mangler som du bør ha for å si det sånn. Alle burde ha en liste med hundre ting, som de *må* ha, så kan de supplere med de ikke har. Det skulle jeg gjerne hatt.

¶151: Jeg: Hva er den viktigste erfaringen du har fra å drive med populærvitenskapen på denne måten? Er det noe du har tatt med deg som du tenker er greit å kunne som ikke så mange andre kan?

¶152: Roger: Helt personlig, hva jeg har tatt meg av sånn skillsets fra det å holde foredrag, av ferdigheter som jeg ikke hadde hatt ellers, det er nok det å ta noe og visualisere det og gjøre det veldig spennende og interaktivt. Jeg hadde en periode da jeg til hvert foredrag bestemte meg for å lage en ny visualisering og programmerer. Det jeg gjør ofte er å programmerer noe, og det kan være noe som beveger seg, det kan være en simulering, det kan være et statisk bilde som illustrerer en ting, men jeg hadde som prinsipp at jeg skulle ha med meg en ny visualisering hver eneste gang jeg holdt foredrag. Og til slutt så hadde jeg hundrevis av sånne ting. Som for eksempel, hvordan ser desimalene i pi ut, hvis du gjør om hvert siffer til den farge, så får du et fargekart. Så brukte jeg det en gang og det ble del av det faste repertoaret, for da kan si sånne ting «det er ingen som vet om det er like mye rødt som grønt i dette bildet» og visualiseringer av kalendere og datoer og ... det finnes ingen grense for hva man kan visualisere. Det blir en sånn personlig utfordring – hvordan skal du visualisere akkurat det? Så det har jeg hatt veldig mye gøy med og det har vært noe av det jeg har tatt med meg som er personlig mest anvendbart og ekstremt gøy. Og det er på en måte overlapp med innholdet i foredragene også, for jeg mener at dette er noe lærere kan gjøre og det er noe elever kan gjøre for nå er programmering blitt såpass enkelt at matematikk trenger ikke være den abstrakte tingen man bare leser og regner på, det kan være noe man gjør med et programmeringsspråk og en datamaskin. Så du kan lage din egen visualisering av noe. En gang kjørte jeg bil i California forbi sånne vinranker. Og det som er interessant med sånne vinranker er at de er satt opp i et helt perfekt rektangulært mønster. Så du har en pinne som står i bakken også har du en pinne nøyaktig én meter fra den i nord, sør, øst og vest retning. Så du har et sånt rektangulært gitter. Og når du kjører forbi dette gitteret, så ser du disse linjene, men ikke bare det, du ser linjer på skrå og du ser linjer perpendikulært av den veien du kjører. Så hvis du kjører sånn, så ser du linjer sånn, men du ser også linjer 45 grader opp og 45 grader ned *viser vinkler med fingrene* og halvparten av de igjen og halvparten av de igjen og du ser tredjedelene og fjerdedelene om hverandre. Så da bestemte jeg meg for at jeg skal programmerer det og så programmerte jeg det –

Coding Density

- 5. Avlytter
 - 4. Overhører
 - 3. Observatør
 - 2. Mottaker
 - 1. Avsender
- Relevante og bevisst bruk av riktig medium
 - Visualiseringer - kunst og installasjoner
 - Dramatisering og historiefortelling
 - Entusiastisk formidling
 - Delaktelse og eksperimentering
 - Å gjøre bruk av gode eksempler fra

en 3D-visualisering av å kjøre forbi vinranker, og brukte det i noen foredrag. Det ligger vel på nettet tror jeg, for jeg holdt foredrag i New York på Momath, Museum of Mathematics. Da snakket jeg om akkurat det eksperimentet. Det var en digresjon, men det er nok personlig hva jeg har fått mest ut av det. Så er det jo å møte folk, snakke med folk og få beina litt på jorda. Når du møter 12-åringer og 15-åringer og 16-åringer så skjønner hvor du utrolig lite interesserte de er i matematikk. Jeg hadde et foredrag for kanskje 10 videregående skolelever på en yrkesfaglig linje, ikke at det har noe med saken å gjøre, men det var én klasse som var så ufattelig uinteressert i det jeg snakket om og de satt alle på bakerste rad i et kjempestort auditorium og de kommenterte underveis. Jeg var sånn glad og «dette er det mest spennende som finnes» og så hører jeg fra bakerste rad, bare sånn «nei, dette er bare dødskjedelig». Det var sukk og stønn hele tiden, så der måtte jeg jobbe, det var motstrøms. Men det jeg skulle si at det jeg tar med meg er noen av de erfaringene. Du får liksom beina på jorda. Det er veldig lett for oss som jobber på universitetet og andre steder å være inne i en sånn liten boble, hvor det blir veldig abstrakt. Så det har vært gøy. Jeg hadde [en gang] 40 7-åringer, og de var helt stille helt til jeg nevnte ordet *Minecraft*. Og da begynte alle å snakke samtidig. Da skulle alle fortelle om hva de hadde gjort, så jeg hadde 40 hender oppe i været. Så beina på jorda.

¶153: Jeg: Har du noe oppfordring – noe råd, som en siste kommentar?

¶154: Roger: Å leke mer. Jeg tror å leke mer er så undervurdert. Fordi når du leker med ting så utforsker du ytterpunktene av det, for det første. For det andre så får du forskjellige perspektiver på det du leker med. For det tredje blir du ufarlig og det er ikke så farlig om du driter deg ut for det er bare lek. Du lærer mye av å leke for du er i en åpen stemning, du er ikke i en lukket situasjon. Du leter ikke etter hva regelen er, du bare tuller og tøyser. Så det er veldig fin måte å komme seg videre på. Og jeg mener det for elever, som skal lære det, jeg mener det for populærvitenskapelige formidlere, som skal formidle det, jeg mener det for lærere når de skal undervise. Så det å omfavne en viss form for lekenhet innenfor de rammene man har, det tror jeg er alfa og omega. Det er det siste jeg vil si, det er å leke mer. Det kommer alltid noe godt ut av å leke.

¶155: Jeg: Supert, det var kjempegøy å høre på! Ønsker du en transkripsjon eller sitatsjekk av dette?

¶156: Roger: Veldig gjerne.

Coding Density

- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

- Delaktelse og eksperimentering

- 1. Avsender
- 2. Mottaker
- 3. Observatør
- 4. Overhører
- 5. Avlytter
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Entusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling

11: Vedlegg 8: Transkripsjon av intervju med Kathrine Frey Frøslie

12:

13: Jeg: Tusen takk for at du kunne ta deg tiden til dette, Kathrine! Første spørsmålet mitt er, har du fått lest det informasjonsskrivet jeg sendte deg i forkant og har du eventuelt noen spørsmål til det?

14: Kathrine: Nei, det synes jeg så veldig ryddig ut, så det er helt greit.

15: Jeg: Er det ok at jeg ikke anonymiserer deg i oppgaven?

16: Kathrine: Ja, det er helt i orden.

17: Jeg: Flott! Først og fremst, hva jobber du med?

18: Kathrine: Jeg er førsteamanuensis i statistikk ved NMBU, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Jeg har en ganske stor undervisningsdel i jobben min. Og der har jeg først og fremst ansvaret for innføringskurset i statistikk, STAT100. Nesten alle universiteter har et sånt innføringskurs i statistikk som alle studentene må ta. Og det tar veldig stor del av tida mi, også har jeg også en forskningsbit som alle førsteamanuenser har. Og siden jeg har drevet med ganske mye formidling før jeg kom hit, så har jeg fortsatt med det. Så det er den der treenigheten, undervisning, forskning og formidling som er jobben min.

19: Jeg: Hva er din pedagogiske bakgrunn? Har du noen studiepoeng eller vekttall i pedagogikk?

110: Kathrine: Det fikk jeg ikke før jeg var veldig voksen. Jeg har en omfattende realkompetanse i pedagogikk vil jeg si. Jeg begynte å jobbe som hjelpelærer, øvingslærer på Blindern i 1994. Og det synes jeg var kjempegøy. Og det var egentlig først da studiene mine ga mening for meg, da jeg kunne formidle dem til andre. Så det har jeg fortsatt med, men siden jeg var statistikkstudent og ikke lektorstudent så tok jeg ikke noen vekttall. I undervisningen min så prøvde jeg frem og fant ut av hva som funka. Det jeg fikk gode tilbakemeldinger på det fortsatte jeg med og det som jeg sjøl synes ikke fungerte det slutta jeg med. Så jeg har bare bygget opp den kompetansen på egen hånd, etter egen magefølelse, diskusjon med min mor som er pedagog, og min nabo som er pedagog ... Men de er jo henholdsvis ungdomsskolelærer og barneskolelærer. Men en merker jo hvis en er interessert i undervisning og formidling, så merker man når man er i et rom, fysisk, sammen med noen, hva som funker. Og det er det som har vært min rettesnor. Også har jeg vært ganske kresen selv på underviserne mine, så jeg har prøvd å gjøre de tingene som jeg synes gode undervisere har gjort og prøvd å unngå å gjøre ting som jeg synes dårlige undervisere har gjort. Men veldig mye har vært basert på en tanke om at man sjøl skal gjøre så godt som mulig, inntrykk. Så når jeg tok universitetspedagogikk for fem års tid omtrent, så var forskjellen på learning og teaching en stor åpenbaring for meg. Jeg er nesten litt flau for at jeg ikke har visst om dette før. Hadde jeg tatt noen vekttall i pedagogikk tidligere, så hadde jeg spart meg selv for en god del ting og da kunne jeg kommet videre som underviser, altså utviklet meg selv som underviser på et tidligere tidspunkt. Men jeg har jo vært rundt på turné med Den kulturelle skolesekken og holdt massevis av populærvitenskapelige foredrag, uten å ha et eneste studiepoeng i pedagogikk, så jeg har bygget det opp selv.

111: Jeg: Jeg lurer litt på hvordan ditt forhold er til matematikk. Både yrkesmessig og på fritida, og kanskje litt mer filosofisk. Vi kan begynne med hvor du bruker matematikk på jobb. Du er jo statistiker, så du bruker det åpenbart mye på jobb, men kanskje du vil fortelle litt om det, hvordan ditt forhold er til matematikk på jobb, på fritida og ellers?

Coding Density

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Entusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

¶12: Kathrine: Det kan jeg. Jeg skiller jo mellom matematikk og statistikk. Ikke minst når jeg formidler, og når jeg underviser og for så vidt. Det jeg mener, la meg bare definere det lille granne. Jeg tenker at matematikken er et viktig grunnlag for statistikken, men veldig mye av statistikken handler jo om skjæringspunktet mellom anvendelser ... I hvert fall den type anvendelser av statistikk som jeg holder på med da. Det finnes jo mer teoretisk tunge statistikkfelt som ligner mer på matematikk og som er mer matematikk. Men i anvendt statistikk, sånn som jeg holder på meg så er det den stadige vekslinga mellom det å ta virkeligheten og oversette virkeligheten til tall, og regne på de tallene og da befinner du deg i matematikkuniversitet, men innenfor de matematikkmetodene som er relevante for statistikkfaget. Og så skal du ta alt det du har regnet deg frem til og oversette det tilbake til virkeligheten. Så du tolker det her og setter det i kontekst. Og det oppfatter jeg at veldig mange av mine studenter synes er en utfordring – å veksle frem og tilbake mellom disse. Noen strever med matematikken og noen strever med koblinga fra virkeligheten til matematikk og noen strever med koblinga fra matematikken til virkelighet. Så matematikken er supersentral. Jo mer vi forstår av matematikk, jo lettere er det å forstå statistikken og forstå verden. Og jeg bruker matematikk på fritida, som du sier. Ikke bare i den forstand at jeg løser sudoku, jeg elsker jo sånne små nøtter. Men jeg bruker det fordi jeg har klart å kombinere en viss håndarbeidsinteresse og en skaperglede, altså det å kunne lage noe med sine egne hender, og kombinere det med statistikken. Men der har jeg lyst til å si noe mer. For det finnes jo håndarbeidsblogger, altså folk som formidler matematikk ved hjelp av håndarbeid. Også har vi bloggen min som formidler statistikk ved hjelp av håndarbeid. Og der ser du ganske godt forskjellen på de tingene. For hvis jeg hadde hatt en matematikkblogg, så ville jeg hekla ... her henger det hyperbolsk plan *viser frem et stripe te hekletøy som hun har hengende i vinduet - et heklet hyperbolsk plan*, da ville jeg hekla et hyperbolsk plan og så ville jeg snakke om hyperbolske plan, euklidisk geometri og sånn, sant. Mens når jeg hekler et hyperbolsk plan, så er det R-tallet. Også handler det om hva dette betyr for samfunnet. Så det er kanskje den beste illustrasjonen på forskjellen, mellom sånn som jeg ser på statistikk og matematikk. Matematikken er verdifull i seg selv, det er metodene i seg selv som er verdifulle, mønstre og litt mer teoretiske ting. Mens i statistikken så er det veldig viktig å ha den konteksten. Så har du det filosofiske og hvordan jeg ser på matematikken i forhold til andre disipliner i samfunnet. Jeg synes jo matematikken og statistikken, ikke minst, er superviktig for alle disipliner som har en viss form for kvantifisering av verden. Med en gang du kan kategorisere verden i sånn eller sånn, så har du gjort en reduksjon. Du har gjort en reduksjon av informasjon for å klare å forholde deg til den. Og den typen strukturert tankegang – å se på verden sånn, tenker jeg er nyttig for alle. På samme måte som alle kunne ha godt av å tenke ut av boksen og få det mer kvalitative innsynet. Så det ene utelukker ikke det andre, på ingen måte.

¶13: Jeg: Ja, hvert fall for deg så blir vel det forholdet der ekstra tydelig, for du er vant til å finne de forbindelsene hele tida. Jeg har lyst til å snakke litt om populærmatematikk, eller populærvitenskap som innebærer matematikk. Du skiller da mellom statistikk og matematikk. Men når du kommuniserer statistikk til et bredt publikum, hva slags medier er det du bruker, hva er ditt *medium of choice*, når det kommer til å kommunisere til mange mennesker på én gang?

¶14: Kathrine: Da har jeg brukt bloggen min [*Statistikk*]. Så jeg formulerer meg jo skriftlig. Og det har jeg også gjort i intervjuer og sånn også. Da er jeg veldig glad i å få spørsmålene på forhånd så jeg kan prøve å formulere det lille grann. For det er ikke så lett å kommunisere det. Og når du skal prøve å få det skriftlig så blir det mye veiing av ord frem og tilbake for å prøve å få frem det du ønsker. Men jeg har også prøvd meg på radio, har blant annet vært med på *Abels Tårn*. Har hatt et eget program i *Ekko* om sjeldne begivenheter, det synes jeg var kjempegøy. Radio er et hyggelig medium, synes jeg. Også har jeg spilt inn massevis av undervisningsvideer. Det er jo ikke akkurat populærmatematikk

Coding Density

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• Deløkelse og eksperimentering

• Dramatisering og historiefortelling

• Entusiastisk formidling

• Visualiseringer - kunst og installasjoner

• 1. Avsender

• 2. Mottaker

• 3. Observatør

• 4. Overhører

• 5. Avlytter

• Relevant og bevisst bruk av

sånn som du tenker på, men jeg tenker at det er en veldig nyttig bakgrunn å ha hvis du skal lage populærvitenskapelige videoer òg. Jeg hadde en video om det heklede R-tallet, som gikk viralt og den er egentlig basert på et foredrag. Den er basert på et foredrag som jeg har holdt veldig mange ganger, for det har jeg også gjort veldig mye av – foredrag og workshops for håndarbeidsforeninger. Jeg ser jo at den forklaringa har funka veldig bra i de foredragene jeg har holdt. Og da er veien kort å lage en video av det også. Men igjen, da hadde jeg et helt annet format, så både det skriftlige og det muntlige, med radio. Og på radio har du både direkteending og du har opptak – jeg har prøvd begge deler, jeg har hatt et par TV-opptredener – det ene var opptak og det andre direkte, så alle har sine spesifikke ting, og undervisningsvideoer i motsetning til populærvitenskapelige videoer ... du må på en måte spille på lag med det mediet du har valgt. Og det har blitt veldig tydelig for meg. Å lage en undervisningsfilm er ikke det samme som å filme en forelesning. Det å filme den forklaringa av r-tallet i motsetning av å stå fysisk og forklare det, det er også to forskjellige ting, selv om det ligner på hverandre så er det ikke helt det samme.

¶115: Jeg: Hva var det forrige populærvitenskapelige opplegget du var involvert i?

¶116: Kathrine: Forrige uke, så bygde jeg interaksjonsledd i LEGO i en forelesning. Og det er jo en slags kombinasjon av undervisning og populærvitenskap, ikke sant. Så da har jeg en stor pose DUPLO stående på kontoret mitt også bygger jeg altså interaksjonsledd. Og river ned alt, hele regresjonsmodellen, som du hører bare knaser i LEGO, ikke sant! Så det er jo den mest vellykkede kombinasjonen av populærvitenskap og undervisning som jeg har klart å lage, bortsett fra det appelsinopplegget. Det var forrige uke. Også hadde jeg et stort opplegg i jula da jeg hadde såkalt, samstrikk av R-tallveske. Det var jo et bloggopplegg da dem som følger bloggen kunne være med og strikke i samtid. Da strikker jeg også legger jeg ut en bit av oppskrifter også legger jeg ut litt sånn småpjatt innimellom, bare så det skal virke som jeg deler litt sånne personlige ting. Det er jo litt av konseptet bak en blogg – at du skal å være litt personlig. Så da må du jo prøve å få det til å fremstå sånn.

¶117: Jeg: Det hørtes veldig gøy ut! Når du bruker et sånt medium, driver med massekommunikasjon og skal sende ut informasjon til mange mennesker på en gang, kanskje flere hundre mennesker på én gang, da får du jo ikke nødvendigvis kommunisert direkte med noen, man får ikke henvendt seg direkte til noen, man kan ikke lese ansiktsuttrykkene deres og respondere og tilpasse seg deretter. Så når du er in the moment, hvordan er det du vet at det du driver med fungerer, hvordan er det du måler det når du holder på med det?

¶118: Kathrine: Jeg synes det er et kjempegodt spørsmål. Det er noe som vi hele tiden snakker om i undervisning, men som jeg ikke har tatt innover meg i det hele tatt når det gjelder min egen formidling. Jeg måler det jo i seertall, i lesertall. Den R-tallvideoen, den tok jo helt av, det så jeg jo på hvor mange ganger den var delt og sånn. Men det var så travelt da at jeg hadde bare sendt den ut og satset på at dette funket. Og så endte den opp med å komme tilbake til meg, fra folk som jeg nesten ikke kan huske å ha truffet noen gang, som sendte meg link eller tagget meg og sånn, og da vet du at det funker. Bloggen har jeg drevet nesten helt obsessive og sjekket lesertallene på i perioder. For å se at den innsatsen som jeg legger i det, gir seg utslag i flere lesere. Det har det vel ikke gjort i så stor grad som jeg kanskje hadde håpet. Jeg ligger på sånn 200 lesere per dag og det synes jeg jo egentlig er helt fint. Men det kunne jo ha vært mer. Også har det noen ganger vært sånne kjempehopp, som da Skepsis Norge delte et sånt vaksineinnlegg som jeg skrev. Da var jeg oppe i et par tusen, ikke sant. Eller hvis jeg har laget en strikkeoppskrift som har vært veldig vellykka og den har blitt delt i strikkemiljøene, så har jeg også hatt et hopp på noen tusen. Men det er ikke vanlig for meg. Også spør du hvordan jeg måler at det fungerer. Jeg har ikke gjort det, jeg vet ikke

Coding Density

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• Entusiastisk formidling

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• 1. Avsender

• 2. Mottaker

• 3. Observatør

• 5. Avlytter

• 4. Overhører

• Visualiseringer - kunst og installasjoner

• Dramatisering og historiefortelling

• Deltekke og eksperimentering

hva publikum sitter igjen med, utover at når jeg legger ut ting, så får jeg jo sporadisk kommentarer på det. Internett og kommunikasjon på internett utvikler seg jo hele tida, det ser jeg jo både på likes og hjerter og responser og kommentarer. Det var flere kommentarer på bloggen for noen år siden. Nå virker det som om folk i mindre grad kommenterer og mer trykker like. Det har jo litt å gjøre med mulighetene som de sosiale mediene er godt til og litt med algoritmene som styrer og så videre. Så det er ikke så lett å holde styr på når man sitter i den andre enden og prøver å nå ut. Så jeg har gitt litt granne opp det der. Jeg var på et foredrag med Norsk statistisk forening for en stund siden, for noen år siden, da de sa at prime time for å legge ut ting på nettet, det var sånn nitida på fredagskveld eller tilsvarende på søndag. Så prøvde jeg en lang periode å holde meg til da og poste da for å nå toppen og det tror jeg har litt for seg. For å sparke inn når folk er mottakelige. Men samtidig har jeg full jobb, så det er ofte den tida jeg har til å skrive blogg, da. Og dermed, når jeg er ferdig, så orker jeg ikke å vente en hel uke med å publisere, så da hender det at jeg publiserer kl. 11 eller halv 12 på fredagskveld, eller tilsvarende på lørdag. Også drukner det kanskje, det er kanskje litt dumt, men jeg vet ikke. Om jeg prøver å bruke mye tid på å evaluere sånne opplegg i etterkant? Ja, jeg gjør egentlig det, men det blir jo sånn magefølelse og så «via via», det blir lite formelt. Jeg har ikke noe rammeverk, jeg har ikke noe evalueringsmetode og sånne formelle ting. Det her er noe jeg har gjort fordi jeg klarer ikke å la være.

¶119: Jeg: Det neste jeg lurer på er hvem du samarbeider med, hvem du støtter deg på fortrinnsvis i vitenskapsformidlingen. Samarbeider du for eksempel med filmskapere, grafiske designere, produsenter eller manusforfattere eller gjør du det meste selv?

¶120: Kathrine: Jeg gjør det meste selv. Det har jo litt med at vi som driver på med forskning, vi er vant til å finne ut av ting på egen hånd. Jeg har hatt en webdesigner som har satt opp hjemmesida for meg. Men hun var jo ikke en del av innholdslaginga, kan jeg si. Også har jeg invitert inn gjestebloggere som kan noe om de temaene som jeg har lyst til å strikke noe om, men der jeg selv ikke er helt på hjemmebane. For eksempel så har jeg Tone Fredsvik Gregers som er vaksineforsker, hun har skrevet innlegg om vaksine, for det har vært såpass viktig for meg at det er riktig, at det ville jeg ikke skrive selv. Men selv så har jeg skrive det her med statistikken i vaksineringsen og bivirkninger, det er greit. Så hadde jeg en student i forrige semester, som var gjesteblogger om kurset mitt. Og det var jo et lykketreff, for han var jo så entusiastisk. Maria Hammerstrøm var jo inne og skrev et gjesteblogginnlegg, men det er jo lenge siden, så nei, jeg gjør ting selv.

¶121: Jeg: Du snakker om studenter. Du er inne på det at det gjør på jobb, det ligner mye på det du gjør på fritida her. Når du formidler matematikk på en akademisk måte, på skolen og på universitet, er det noen store forskjeller på hvordan du formulere budskapet ditt enn når du skriver blogginnlegg eller sitter på radioen? Hva tenker du er de største skillelinjene der.

¶122: Kathrine: Kjempeforskjell. For studentene de har dårlig tid og de er opptatt av hva som er pensum. Og der kommer vi inn på hva som er motivasjon for mange studenter og det synes jeg har vært utrolig interessant – å se hvor pensumbundet mange studenter er. Så hvis jeg kommer med noe jeg synes er spennende og artig, men litt på sida av pensum så er de ikke interessert, da blir de bare irritert. Så når jeg underviser, så er jeg veldig bundet av det som står på pensum. Du spør om jeg forholder meg til læreplanen eller lignende – ja, da må jeg det. Jeg har jo lest såpass mye pedagogikk nå at jeg har jo skjönt hvor viktig læringsmålene er når du lager undervisning. For å få til constructive alignment og samstemt undervisning. At det skal være et samsvar mellom det du sier til studentene at de skal lære, du skal ha verifiserbare og etterprøvbare læringsmål, sånn at både vi og studentene vet hva de skal kunne etterpå. Også skal du legge opp oppgavene og læringsaktivitetene og forelesningene, zoom-øktene eller hva det nå enn måtte være, alt skal legges

Coding Density

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• 3. Observatør

• Entusiastisk formidling

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

opp etter de læringsmålene. Og alt blir jo definert ut ifra en pensumliste og dem formulerte læringsmålene. Og da skal du ha veldig poengterte pop.vit.-innslag i det der for å få det her til å spille på lag med undervisning. Og samtidig så må undervisninga være såpass detaljert at den ikke umiddelbart egner seg som pop.vit.-foredrag. Så jeg bearbeider ting ekstremt mye før jeg lager pop.vit. av det, og jeg må bearbeide pop.vit-en min ekstremt mye for å få den til å passe inn i undervisninga, så selv om det fremstår som to sider av samme sak, så krever det ekstremt mye arbeid og tilpasning og få ting til å funke i de to forskjellige settingene.

123: Jeg: Og andre veien, hva er det som motiverer deg til å lage et populærvitenskapelig opplegg? Tar du inspirasjon fra læreplan eller emneplaner eller styringsdokumenter da, eller er det bare det du synes er gøy?

124: Kathrine: Det gjør jeg på innfallsmetoden. Så av og til tar jeg viktige temaer, som dette med vaksiner og bivirkninger, det er for viktig, vi kan ikke la være å bruke alle midler for å få ut det. Og dette er jo ting jeg har begynt å interessere meg for lenge før covid var et faktum. Da var jo faktisk vaksinegraden på Nesodden, som jeg bor, som var greia. Så dette r-tallet hadde jo jeg hekla i mange år før covid kom. Det var bare at selv om det som jeg er interessert i å si er like viktig hele tida, så er ikke offentligheten interessert i å lytte hele tida, så det var litt sånn opportunistisk.

125: Jeg: Du stod klar.

126: Kathrine: Jeg stod klar, og jeg visste ikke at jeg stod klar engang. Men når den kom så «men... menmenmen det kan jeg jo, nå kan jeg lage en spesialutgave av den!» ikke sant. Så jeg tenker at, det kan jeg velge helt fritt. Det er jo tross alt en hobby-aktig aktivitet. Så hvis det er noe som jeg synes er viktig, så er det ikke så viktig om offentligheten er interessert, for plutselig på et tidspunkt så er de interessert allikevel. Og da har jo jeg opplegget klart. Så jeg gjør det litt ut ifra hva jeg synes er viktig, lite ut ifra læreplanen, bortsett fra at jeg skulle jo egentlig ønske at jeg kunne flette mer pop.vit. inn i undervisninga, og i så fall, så må jeg utvikle noe som i tillegg står i læringsmålene. Da må jeg først fordype meg i et spesifikt tema der og så må jeg lage et strikkedesign og så må jeg strikke det og så lage det sånn at det ser fint ut og så må jeg finne den konteksten som gjør at jeg kan formidle det og så lage et opplegg på det og så må jeg dra det inn i undervisninga igjen.

127: Jeg: Mange ting som skal klaffe på en måte?

128: Kathrine: Ja, det er det altså. Jeg har strikket noe i jula, da gikk jeg litt tom for garn og da strikka jeg med terninger. Og da lagde jeg sitteunderlag med tre forskjellige farger også kasta jeg terning om hvilke farger jeg skulle velge også kastet jeg terning om hvor bred stripene skulle være. Og det ble jo sånn tilfeldighetsmatte, fant jeg ut, og det er jo et fint ordspill, ikke sant. Så når jeg sitter med terningene og kommer på at jeg kan kaste terning og det handler om tilfeldighet også er det jo matte, det er jo en sittematte liksom. Da er det nok til at jeg blir gira på å lage et blogginnlegg om det. Og da må jeg jobbe litt for å finne konteksten til det, men det er kanskje lettere å passe inn i studieplanene, men da må det i så fall være en læringsaktivitet som henger på det. Det er ikke helt intuitivt det der. Også har jeg liggende et skjerf som jeg ennå ikke har blogget om, for det var et skjerf som illustrerer en studie som handlet om forskjellige retningslinjer for fremgang under fødsel, for å se om nye retningslinjer for jordmødre kunne forhindre en del akutte keisersnitt, og det gjorde det ikke. Så da strikka jeg et langt skjerf som viste alle dem som ikke fikk akutt keisersnitt med de gamle retningslinjer og alle de som ikke fikk akutt keisersnitt med de nye retningslinjene også den lille biten som var de akutte keisersnittene, en liten sånn blokk helt nederst på skjerfet. Og det ble en veldig fin vitenskapelig artikkel og veldig fin forskning, men det krever så mye å skrive om at det

Coding Density

- 5. Avlytter
 - 4. Overhører
 - 3. Observatør
 - 2. Mottaker
 - 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
 - Relevant og bevisst bruk av riktig medium
 - Dramatisering og historiefortelling
 - Deltakelse og eksperimentering
 - Entusiastisk formidling

• Å gjøre bruk av gode eksempler fr

har jeg ikke kommet helt til bunns i. Jeg har en del sånne prosjekter liggende. Dette er eksempler på sånn som jeg jobber.

¶129: Jeg: Kult! Hva er den viktigste erfaringen du har fra ditt virke som vitenskapsformidler også utenfor undervisningssammenheng?

¶130: Kathrine: Ja, det er gøy! Folk blir så entusiastiske! Folk blir veldig gira på kunnskap, folk liker kunnskap og de liker å lære nye ting. Hvis du forteller dem noe de ikke har skjønt før og de skjønner det så finnes det jo ikke større lykke enn å se noen som blir glad for å ha lært noe nytt. Det andre viktige er hvor utrolig viktig det er å spille på lag med det mediet du velger for kommunikasjonen din, altså kanalen du velger. Om du velger blogg for eksempel så må det være passe personlig, det må være bilder. Det må ikke bare bilder, men det må være bilder av *mennesker*. Jeg tar masse selfier ikke sant, for da har jeg lov til å bruke det. Det er bare derfor jeg bruker dem, det er ikke fordi jeg er så innmari interessert i å ta bilder av meg selv. Og skal du filme så må du være veldig tydelig, kroppsspråket må være tydelig. Skal du snakke på radio må du være ganske presis og konsis. Det jobber jeg fortsatt med – å ikke avbryte mine egne tankerekker. Det å være tro mot det mediet du velger og hvor mye det har å si. Å ikke tro at hvis du behersker ett medium, så behersker du alle de andre, for sånn er det ikke. Det krever trening og fokus, uansett.

¶131: Jeg: Er det noe du skulle ønske du så mer av i skolen fra populærvitenskapen, noe du savner kanskje? Noe du tenker at «det der skulle de gjort mer av, det der funker veldig bra, hvorfor gjør ikke lærerne mer av det her?»

¶132: Kathrine: Det er vanskelig for meg å svare på for jeg har for lang avstand til skolen, rett og slett. Jeg har jo tre barn, men jeg har ikke engasjert meg så veldig mye i åssen lærerne formidler ting, for det mener jeg at læreren må få lov til å velge selv. Så det kan jeg ikke si noe om, rett og slett.

¶133: Jeg: Har du noen råd eller kommentarer eller bare noe du har lyst til å runde av med?

¶134: Kathrine: Ja, det er jo masse å si for å si det sånn. Det sies at alle bør drive med formidling, jeg er ikke helt sikker på det. Det er noen som har mer glede av det enn andre og da tenker jeg at det er bedre at de som har glede av det og som synes at de får det til kan gjøre det, enn at alle skal drive på med det. Alle kan gjerne prøve litt granne og se åssen det funker for dem, for det tror jeg kan være nyttig. For plutselig så finner du at «oi, det var jo kjempegøy!» men det er såpass krevende, både tidsmessig og energimessig at jeg tror ikke det er noe man skal drive på med sånn halvgjort, rett og slett. Og så er det dette med forskjellen på kunnskapsformidling og forskningsformidling – altså populærvitenskap er jo begge deler. Og vi som jobber på universitetsnivå, vi som jobber med forskning, vi jobber ofte i ytterpunktene av hva folk kan. Og selv blant andre forskere, så er det veldig mange som ikke forstår eller ikke kan det som vi holder på med, ikke sant. Hvis du skal nå ut til folk, så tror jeg det er mer å hente på å faktisk popularisere det som er allmenn kunnskap blant forskere, og få ut det for det er så mye kult. Det er så sykt mye kul kunnskap som mange forskere tar for gitt, men for allmuen er nesten science fiction. Og det er litt mer i det segmentet der som jeg føler at jeg selv ligger. At jeg prøver å få ut det jeg tenker burde være allmennkunnskap, men som ikke er det. Vi kan ikke lære om alt mulig i skoleplaner, det er ikke timer til det og vi må følge opp dem som trenger å lese og skrive, det er kjempeviktig. Men det å bidra med litt sånn entusiasme på sidelinja, det er det jeg håper å gjøre sjøl. Med entusiasme og en kunnskap som ikke er helt allmennkunnskap, men som gjør at folk kanskje ser verden med litt andre briller og ufarliggjør litt av kunnskapen. Var det grei punch line?

Coding Density

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• Deltakelse og eksperimentering

• Dramatisering og historiefortelling

• Entusiastisk formidling

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• Visualiseringer - kunst og installasjoner

• 1. Avsender

• 2. Mottaker

• 3. Observatør

• 4. Overhører

• 5. Avlytter

- 5. Avlytter
 - 4. Overhører
 - 3. Observatør
 - 2. Mottaker
 - 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
 - Relevant og bevisst bruk av riktig medium
 - Entusiastisk formidling
 - Dramatisering og historiefortelling
 - Deltakelse og eksperimentering
 - Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

Coding Density

135: Jeg: Absolutt, veldig interessant å høre på! Tusen takk for det, Kathrine! Ønsker du transkripsjonen til sitatsjekk eller gjennomsjekk når den er ferdig?

136: Kathrine: Det er kanskje greit for deg også?

137: Jeg: For min del så har jeg ikke noe behov for det, men hvis du ønsker det skal du absolutt få det.

138: Kathrine: Hvis jeg skal være ikke-anonym i mastergraden og den blir offentlig, så vil jeg gjerne ha sitatsjekk på den.

139: Jeg: Ja, det skal du få!

¶11: Vedlegg 9: Transkripsjon av foredrag med Roger Antonsen

¶12: TEDxOslo, January 2015

¶13:

¶14: Hentet 17. mars 2022 fra:

https://www.ted.com/talks/roger_antonsen_math_is_the_hidden_secret_to_understanding_the_world/transcript?language=en

¶15:

¶16: Hi. I want to talk about understanding, and the nature of understanding, and what the essence of understanding is, because understanding is something we aim for, everyone. We want to understand things. My claim is that understanding has to do with the ability to change your perspective. If you don't have that, you don't have understanding. So that is my claim.

¶17:

¶18: 00:25

¶19: And I want to focus on mathematics. Many of us think of mathematics as addition, subtraction, multiplication, division, fractions, percent, geometry, algebra -- all that stuff. But actually, I want to talk about the essence of mathematics as well. And my claim is that mathematics has to do with patterns.

¶110:

¶111: 00:45

¶112: Behind me, you see a beautiful pattern, and this pattern actually emerges just from drawing circles in a very particular way. So my day-to-day definition of mathematics that I use every day is the following: First of all, it's about finding patterns. And by "pattern," I mean a connection, a structure, some regularity, some rules that govern what we see. Second of all, I think it is about representing these patterns with a language. We make up language if we don't have it, and in mathematics, this is essential. It's also about making assumptions and playing around with these assumptions and just seeing what happens. We're going to do that very soon. And finally, it's about doing cool stuff. Mathematics enables us to do so many things.

¶113:

¶114: 01:38

¶115: So let's have a look at these patterns. If you want to tie a tie knot, there are patterns. Tie knots have names. And you can also do the mathematics of tie knots. This is a left-out, right-in, center-out and tie. This is a left-in, right-out, left-in, center-out and tie. This is a language we made up for the patterns of tie knots, and a half-Windsor is all that. This is a mathematics book about tying shoelaces at the university level, because there are patterns in shoelaces. You can do it in so many different ways. We can analyze it. We can make up languages for it.

¶116:

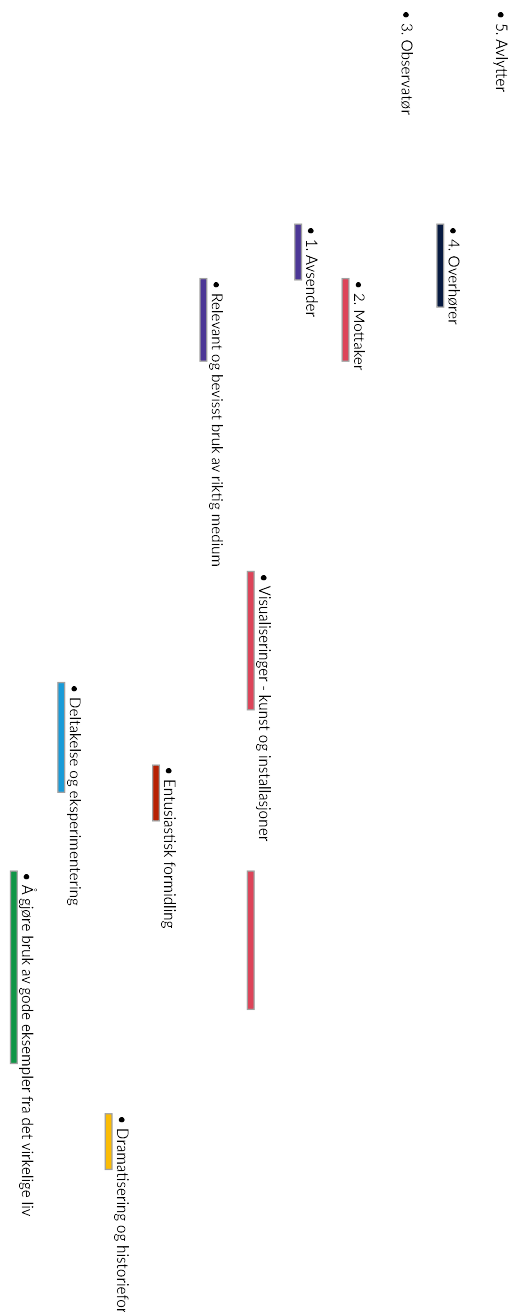
¶117: 02:16

¶118: And representations are all over mathematics. This is Leibniz's notation from 1675. He invented a language for patterns in nature. When we throw something up in the air, it falls down. Why? We're not sure, but we can represent this with mathematics in a pattern.

¶119:

¶120: 02:36

Coding Density



121: This is also a pattern. This is also an invented language. Can you guess for what? It is actually a notation system for dancing, for tap dancing. That enables him as a choreographer to do cool stuff, to do new things, because he has represented it.

122:

123: 02:55

124: I want you to think about how amazing representing something actually is. Here it says the word "mathematics." But actually, they're just dots, right? So how in the world can these dots represent the word? Well, they do. They represent the word "mathematics," and these symbols also represent that word and this we can listen to. It sounds like this.

125:

126: 03:18

127: (Beeps)

128:

129: 03:20

130: Somehow these sounds represent the word and the concept. How does this happen? There's something amazing going on about representing stuff.

131:

132: 03:29

133: So I want to talk about that magic that happens when we actually represent something. Here you see just lines with different widths. They stand for numbers for a particular book. And I can actually recommend this book, it's a very nice book.

134:

135: 03:46

136: (Laughter)

137:

138: 03:47

139: Just trust me.

140:

141: 03:49

142: OK, so let's just do an experiment, just to play around with some straight lines. This is a straight line. Let's make another one. So every time we move, we move one down and one across, and we draw a new straight line, right? We do this over and over and over, and we look for patterns. So this pattern emerges, and it's a rather nice pattern. It looks like a curve, right? Just from drawing simple, straight lines.

143:

144: 04:15

145: Now I can change my perspective a little bit. I can rotate it. Have a look at the curve. What does it look like? Is it a part of a circle? It's actually not a part of a circle. So I have to continue my investigation and look for the true pattern. Perhaps if I copy it and make some art? Well, no. Perhaps I should extend the lines like this, and look for the pattern there. Let's make more lines. We do this. And then let's zoom out and change our perspective again. Then we can actually see that what started out as just straight lines is actually a curve called a parabola. This is represented by a simple equation, and it's a beautiful pattern.

146:

147: 04:57

148: So this is the stuff that we do. We find patterns, and we represent them. And I think this is a nice day-to-day definition. But today I want to go a little bit deeper, and think about what the nature of this is. What makes it possible? There's one thing that's a little bit

Coding Density

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• Dramatisering og historiefortelling

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• Visualiseringer - kunst og installasjoner

• 1. Avsender

• 2. Mottaker

• 3. Observatør

• 4. Overhører

• Entusiastisk formidling

• Delaktelse og eksperimentering

deeper, and that has to do with the ability to change your perspective. And I claim that when you change your perspective, and if you take another point of view, you learn something new about what you are watching or looking at or hearing. And I think this is a really important thing that we do all the time.

¶149:

¶150: 05:33

¶151: So let's just look at this simple equation, $x + x = 2 \cdot x$. This is a very nice pattern, and it's true, because $5 + 5 = 2 \cdot 5$, etc. We've seen this over and over, and we represent it like this. But think about it: this is an equation. It says that something is equal to something else, and that's two different perspectives. One perspective is, it's a sum. It's something you plus together. On the other hand, it's a multiplication, and those are two different perspectives. And I would go as far as to say that every equation is like this, every mathematical equation where you use that equality sign is actually a metaphor. It's an analogy between two things. You're just viewing something and taking two different points of view, and you're expressing that in a language.

¶152:

¶153: 06:22

¶154: Have a look at this equation. This is one of the most beautiful equations. It simply says that, well, two things, they're both -1. This thing on the left-hand side is -1, and the other one is. And that, I think, is one of the essential parts of mathematics -- you take different points of view.

¶155:

¶156: 06:40

¶157: So let's just play around. Let's take a number. We know four-thirds. We know what four-thirds is. It's 1.333, but we have to have those three dots, otherwise it's not exactly four-thirds. But this is only in base 10. You know, the number system, we use 10 digits. If we change that around and only use two digits, that's called the binary system. It's written like this. So we're now talking about the number. The number is four-thirds. We can write it like this, and we can change the base, change the number of digits, and we can write it differently.

¶158:

¶159: 07:12

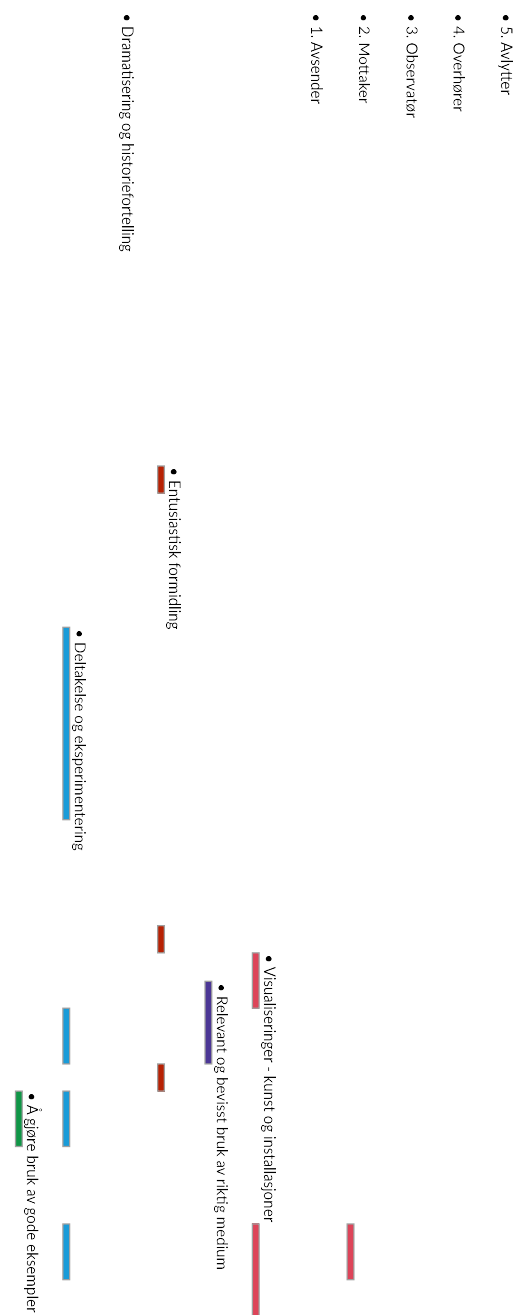
¶160: So these are all representations of the same number. We can even write it simply, like 1.3 or 1.6. It all depends on how many digits you have. Or perhaps we just simplify and write it like this. I like this one, because this says four divided by three. And this number expresses a relation between two numbers. You have four on the one hand and three on the other. And you can visualize this in many ways. What I'm doing now is viewing that number from different perspectives. I'm playing around. I'm playing around with how we view something, and I'm doing it very deliberately. We can take a grid. If it's four across and three up, this line equals five, always. It has to be like this. This is a beautiful pattern. Four and three and five. And this rectangle, which is 4×3 , you've seen a lot of times. This is your average computer screen. 800×600 or $1,600 \times 1,200$ is a television or a computer screen.

¶161:

¶162: 08:09

¶163: So these are all nice representations, but I want to go a little bit further and just play more with this number. Here you see two circles. I'm going to rotate them like this. Observe the upper-left one. It goes a little bit faster, right? You can see this. It actually goes exactly four-thirds as fast. That means that when it goes around four times, the other one goes

Coding Density



around three times. Now let's make two lines, and draw this dot where the lines meet. We get this dot dancing around.

164:

165: 08:37

166: (Laughter)

167:

168: 08:38

169: And this dot comes from that number. Right? Now we should trace it. Let's trace it and see what happens. This is what mathematics is all about. It's about seeing what happens. And this emerges from four-thirds. I like to say that this is the image of four-thirds. It's much nicer -- (Cheers)

170:

171: 08:56

172: Thank you!

173:

174: 08:57

175: (Applause) This is not new. This has been known for a long time, but --

176:

177: 09:07

178: (Laughter)

179:

180: 09:09

181: But this is four-thirds.

182:

183: 09:11

184: Let's do another experiment. Let's now take a sound, this sound: (Beep)

185:

186: 09:16

187: This is a perfect A, 440Hz. Let's multiply it by two. We get this sound. (Beep)

188:

189: 09:22

190: When we play them together, it sounds like this. This is an octave, right? We can do this game. We can play a sound, play the same A. We can multiply it by three-halves.

191:

192: 09:30

193: (Beep)

194:

195: 09:32

196: This is what we call a perfect fifth.

197:

198: 09:34

199: (Beep)

1100:

1101: 09:35

1102: They sound really nice together. Let's multiply this sound by four-thirds. (Beep)

1103:

1104: 09:41

1105: What happens? You get this sound. (Beep)

1106:

1107: 09:45

Coding Density

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering
- Enthusiastisk formidling
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige

¶108: This is the perfect fourth. If the first one is an A, this is a D. They sound like this together. (Beeps)
¶109:
¶110: 09:50
¶111: This is the sound of four-thirds. What I'm doing now, I'm changing my perspective. I'm just viewing a number from another perspective.
¶112: 09:58
¶113: I can even do this with rhythms, right? I can take a rhythm and play three beats at one time (Drumbeats)
¶114:
¶115: 10:04
¶116: in a period of time, and I can play another sound four times in that same space.
¶117:
¶118: 10:10
¶119: (Clanking sounds)
¶120:
¶121: 10:11
¶122: Sounds kind of boring, but listen to them together.
¶123:
¶124: 10:13
¶125: (Drumbeats and clanking sounds)
¶126:
¶127: 10:16
¶128: (Laughter)
¶129:
¶130: 10:18
¶131: Hey! So.
¶132:
¶133: 10:19
¶134: (Laughter)
¶135:
¶136: 10:21
¶137: I can even make a little hi-hat.
¶138:
¶139: 10:23
¶140: (Drumbeats and cymbals)
¶141:
¶142: 10:25
¶143: Can you hear this? So, this is the sound of four-thirds. Again, this is as a rhythm.
¶144:
¶145: 10:30
¶146: (Drumbeats and cowbell)
¶147:
¶148: 10:32
¶149: And I can keep doing this and play games with this number. Four-thirds is a really great number. I love four-thirds!
¶150:
¶151: 10:38
¶152: (Laughter)
¶153:

Coding Density

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

• Dramatisering og historiefortelling

• Deltakelse og eksperimentering

• Relevant og bevisst bruk av riktig medium

• Visualiseringer - kunst og installasjoner

• 1. Avsender

• 2. Mottaker

• 3. Observatør

• 4. Overhører

• 5. Avlytter

• Entusiastisk formidling

¶154: 10:39

¶155: Truly -- it's an undervalued number. So if you take a sphere and look at the volume of the sphere, it's actually four-thirds of some particular cylinder. So four-thirds is in the sphere. It's the volume of the sphere.

¶156:

¶157: 10:51

¶158: OK, so why am I doing all this? Well, I want to talk about what it means to understand something and what we mean by understanding something. That's my aim here. And my claim is that you understand something if you have the ability to view it from different perspectives. Let's look at this letter. It's a beautiful R, right? How do you know that? Well, as a matter of fact, you've seen a bunch of R's, and you've generalized and abstracted all of these and found a pattern. So you know that this is an R.

¶159:

¶160: 11:23

¶161: So what I'm aiming for here is saying something about how understanding and changing your perspective are linked. And I'm a teacher and a lecturer, and I can actually use this to teach something, because when I give someone else another story, a metaphor, an analogy, if I tell a story from a different point of view, I enable understanding. I make understanding possible, because you have to generalize over everything you see and hear, and if I give you another perspective, that will become easier for you.

¶162:

¶163: 11:54

¶164: Let's do a simple example again. This is four and three. This is four triangles. So this is also four-thirds, in a way. Let's just join them together. Now we're going to play a game; we're going to fold it up into a three-dimensional structure. I love this. This is a square pyramid. And let's just take two of them and put them together. So this is what is called an octahedron. It's one of the five platonic solids. Now we can quite literally change our perspective, because we can rotate it around all of the axes and view it from different perspectives. And I can change the axis, and then I can view it from another point of view, but it's the same thing, but it looks a little different. I can do it even one more time.

¶165:

¶166: 12:35

¶167: Every time I do this, something else appears, so I'm actually learning more about the object when I change my perspective. I can use this as a tool for creating understanding. I can take two of these and put them together like this and see what happens. And it looks a little bit like the octahedron. Have a look at it if I spin it around like this. What happens? Well, if you take two of these, join them together and spin it around, there's your octahedron again, a beautiful structure. If you lay it out flat on the floor, this is the octahedron. This is the graph structure of an octahedron. And I can continue doing this. You can draw three great circles around the octahedron, and you rotate around, so actually three great circles is related to the octahedron. And if I take a bicycle pump and just pump it up, you can see that this is also a little bit like the octahedron. Do you see what I'm doing here? I am changing the perspective every time.

¶168:

¶169: 13:38

¶170: So let's now take a step back -- and that's actually a metaphor, stepping back -- and have a look at what we're doing. I'm playing around with metaphors. I'm playing around with perspectives and analogies. I'm telling one story in different ways. I'm telling

Coding Density

- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv
- Ertusastisk formidling
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Dramatisering og historiefortelling
- 1. Avsender
- 2. Mottaker
- 3. Observatør
- 4. Overhører
- 5. Avlytter
- Visualiseringer - kunst og installasjoner

stories. I'm making a narrative; I'm making several narratives. And I think all of these things make understanding possible. I think this actually is the essence of understanding something. I truly believe this.

¶1171:

¶1172: 14:06

¶1173: So this thing about changing your perspective -- it's absolutely fundamental for humans. Let's play around with the Earth. Let's zoom into the ocean, have a look at the ocean. We can do this with anything. We can take the ocean and view it up close. We can look at the waves. We can go to the beach. We can view the ocean from another perspective. Every time we do this, we learn a little bit more about the ocean. If we go to the shore, we can kind of smell it, right? We can hear the sound of the waves. We can feel salt on our tongues. So all of these are different perspectives. And this is the best one. We can go into the water. We can see the water from the inside. And you know what? This is absolutely essential in mathematics and computer science. If you're able to view a structure from the inside, then you really learn something about it. That's somehow the essence of something.

¶1174:

¶1175: 14:55

¶1176: So when we do this, and we've taken this journey into the ocean, we use our imagination. And I think this is one level deeper, and it's actually a requirement for changing your perspective. We can do a little game. You can imagine that you're sitting there. You can imagine that you're up here, and that you're sitting here. You can view yourselves from the outside. That's really a strange thing. You're changing your perspective. You're using your imagination, and you're viewing yourself from the outside. That requires imagination.

¶1177:

¶1178: 15:29

¶1179: Mathematics and computer science are the most imaginative art forms ever. And this thing about changing perspectives should sound a little bit familiar to you, because we do it every day. And then it's called empathy. When I view the world from your perspective, I have empathy with you. If I really, truly understand what the world looks like from your perspective, I am empathetic. That requires imagination. And that is how we obtain understanding. And this is all over mathematics and this is all over computer science, and there's a really deep connection between empathy and these sciences.

¶1180:

¶1181: 16:13

¶1182: So my conclusion is the following: understanding something really deeply has to do with the ability to change your perspective. So my advice to you is: try to change your perspective. You can study mathematics. It's a wonderful way to train your brain. Changing your perspective makes your mind more flexible. It makes you open to new things, and it makes you able to understand things. And to use yet another metaphor: have a mind like water. That's nice.

¶1183:

¶1184: 16:45

¶1185: Thank you.

¶1186:

¶1187: 16:47

¶1188: (Applause)

Coding Density

• Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

- Deltakelse og eksperimentering
- Dramatisering og historiefortelling
- Entusiastisk formidling
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- 1. Avsender
- 2. Mottaker
- 4. Overhører
- Visuellseringer - kunst og installasjoner

- 5. Avlytter
- 4. Overhører
- 3. Observatør
- 2. Mottaker
- 1. Avsender
- Visualiseringer - kunst og installasjoner
- Relevant og bevisst bruk av riktig medium
- Entusiastisk formidling
- Dramatisering og historiefortelling
- Deltakelse og eksperimentering
- Å gjøre bruk av gode eksempler fra det virkelige liv

Coding Density



Vedlegg 10: Utskrift av blogginnlegg av Kathrine Frey Frøslie

Oppskrift på Stortinget-sitteunderlag

8. september 2017 | Statistikk, Strikkeoppskrift



Her finner **du** både bakgrunnsfakta, design og oppskrift til sitteunderlaget som gjør gjør deg i stand til å sitte på Stortinget.



Sørg for at **du** kan sitte på Stortinget, akkurat som oss. Strikker **du** to, kan **du** sitte på Stortinget og strikke Stortinget, faktisk.

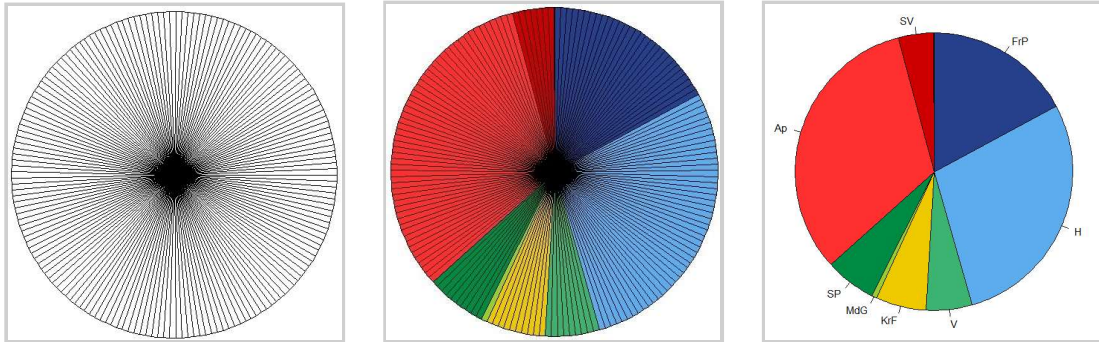
Sitteunderlaget viser med farger hvor mange representanter de ulike partiene fikk på Stortinget ved valget for fire år siden.



Valg

Valgordningen i Norge har ikke alltid vært slik den er nå. (Les mer [her](#).) Men fra 2005 har Stortinget hatt 169 representanter. Derfor består sitteunderlaget av 169

tynne strikkeklær som til sammen danner en sirkel:



Hvert fjerde år tar vi et øyeblikksbilde av folkeopinionen og lar det avgjøre hvem som skal styre landet. På mandag skjer det igjen.

Det er noen ekstra regler i dette spillet: *Distriktsmandater*, *sperregrense* og *utjevningsmandater* (les mer [her](#)) gjør at det ikke er en direktekobling mellom hvor stor prosent av alle stemmene et parti ender opp med, og hvor mange stortingsrepresentanter partiet får.

For fire år siden ble sammensetningen av representanter slik jeg har strikket den, selv om prosentfordelingen var litt annerledes.



Kima og Bubbs på Stortinget. Lokket dit av valgpellets.

Meningsmålinger

Men mediebildet og verden forandres, og folk ombestemmer seg. I perioden mellom valgene er det derfor en kontinuerlig interesse for *hva Folket mener akkurat nå*.

Dette kan vi finne ut av med meningsmålinger. I stedet for å spørre alle i hele Norge, spør vi et lite utvalg med folk. Så bruker vi sunn fornuft til å si at sånn som det er i utvalget, er det omtrent i befolkningen også (statistikere kaller det *inferens*). Pluss-minus: Kanskje har noen partier litt flere velgere enn meningsmålingen tyder på, og kanskje har noen litt færre. Statistikere kaller dette *feilmargin*.

Men for at dette skal fungere, må de som spørres (og de som svarer) representere alle meningene i Norge på en balansert måte. Dette kaller vi et representativt utvalg.



Forskere i protestmarsj. Representativt utvalg fra befolkningen? Neppe.

Hvordan velger vi dem som skal spørres? Vi kunne trukket tilfeldig fra folkeregisteret og gått fra dør til dør og spurt. Det var det de gjorde i gamle dager.

Jeg ser for meg dresskledte menn med hatt, røyk og dokumentmappe som ringer på i grisgrendte strøk: *-Si meg, frue, kan De fortelle meg hvilket parti De ville stemt på dersom det var Stortingsvalg i dag?* Med denne strategien kan alle med adresse få en meningsmåler på døra, og utvalget representerer Folket ganske godt.



-Si meg, frue,...

Men ikke alle åpnet døra for fremmede som ringte på. Spesielt gamle damer var skeptiske bak blongegardinene sine. Det viste seg at gamle damer stemte KrF i større grad enn andre, og når de ikke åpnet døra, ble KrF-tallene konsekvent for lave. Da meningsmålerne fant ut det, måtte de justere opp tallene for KrF.

I dagens meningsmålinger spørres folk per telefon, og det oppstår lignende problemer når oppslutningen til FrP skal beregnes, les mer om det [her](#).

Resultatene fra meningsmålinger er altså ikke nødvendigvis en ren optelling av hva folk har svart, men justerte tall.

Statistiske spåkoner

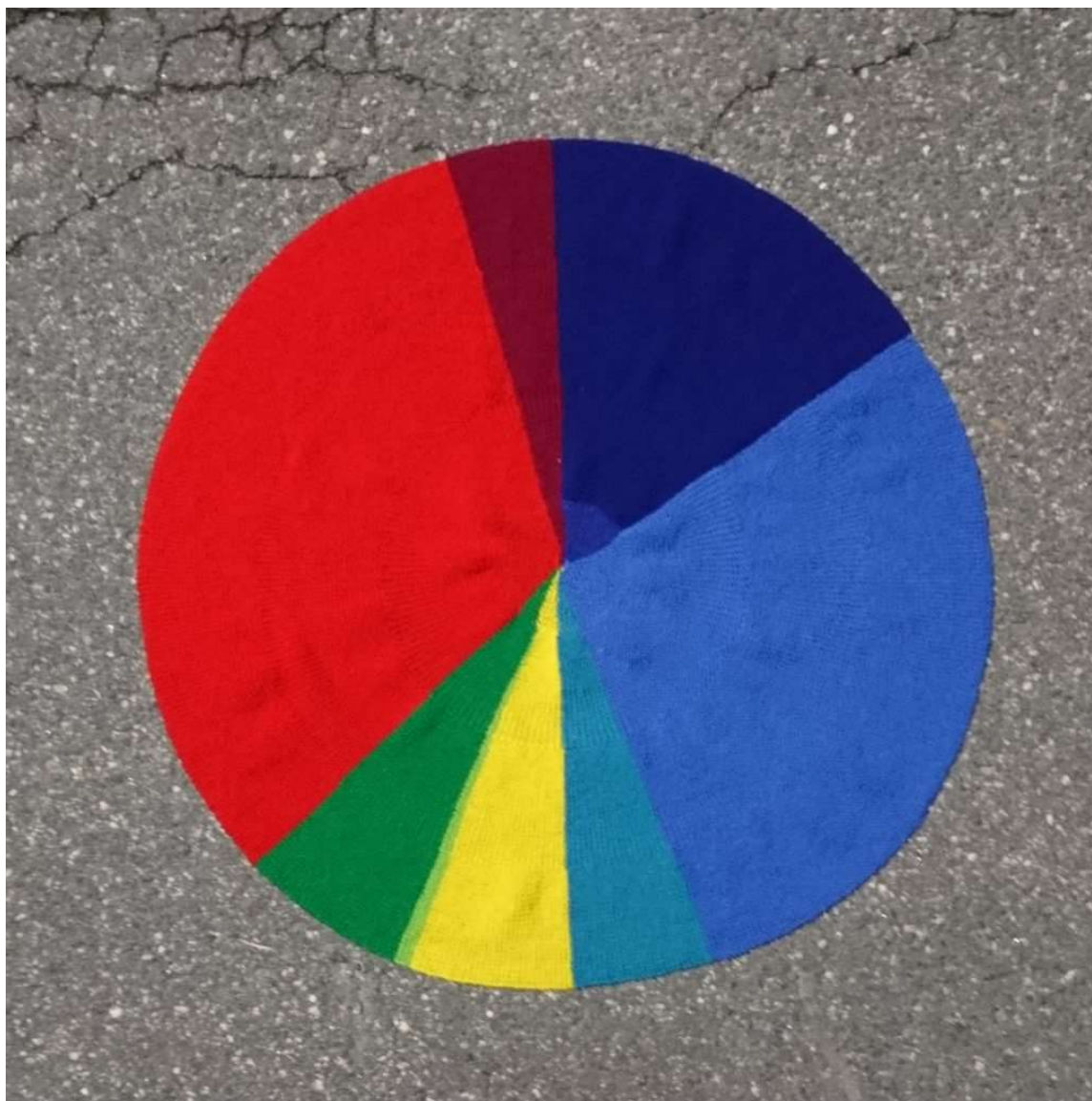
Hvis **du** først skal justere tallene, hvorfor ikke gå grundig til verks? Samle sammen alle meningsmålingene, ta hensyn til politiske trender man finner i naboland, hva folk sier at de stemte forrige gang, etc etc og lag en skikkelig statistisk *prediksjonsmodell*! (Synes **du** dette er spennende? Les mer [her](#) eller [her](#).) Prediksjonsmodeller er statistiske spåkoner,



bare bedre, for de virker. Altså spør vi prediksjonsmodellen: *-O store modell i datamaskinen, hvem vinner valget i år?*

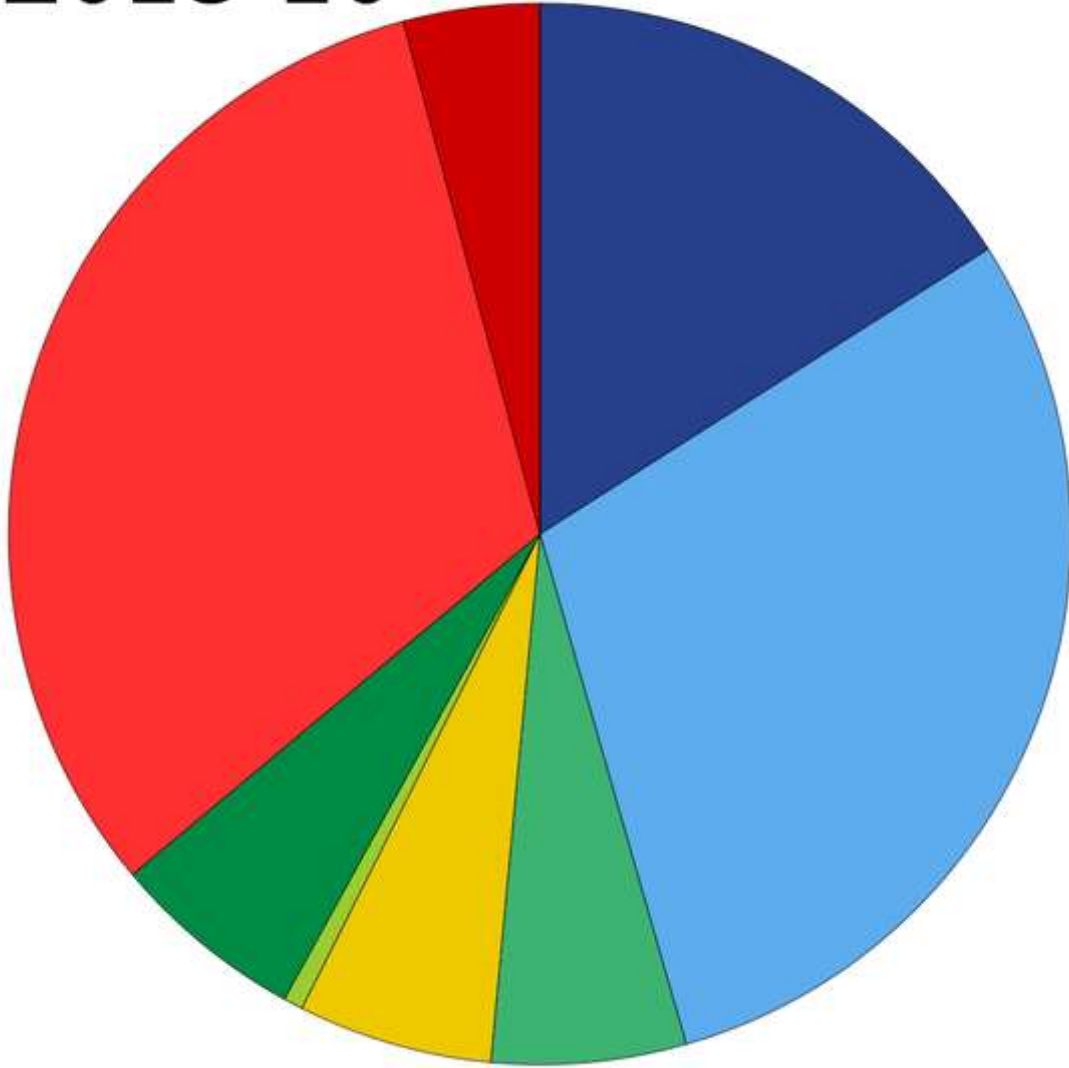
Det aller beste med prediksjonsmodeller er at vi kan beregne usikkerheten i tallene. Hvor stor er sannsynligheten for at vi fortsetter med en blå-blå regjering? Hvor stort er slingringsmonnet på enkelt-tallene? Akkurat dette er det Anders Løland, Clara-Cecilie Gunther og Kristoffer H Hellton fra Norsk Regnesentral viser oss i tallene sine på nettsiden [169.no](https://www.169.no). Kristoffers opptreden i Dagbladets valgbod i dag ser [du her](#).

Mens jeg har strikket Stortinget *slik det var og er,*



beregner de hvordan Stortinget *kommer til å bli*, og med hvilken sannsynlighet. Jeg krøller tær i begeistring over [169.no](https://www.169.no)! Og som om ikke det var nok, har Kristoffer laget en animasjon som viser utviklingen uke for uke helt siden forrige valg! Nyt det:

2013-10



Oppskrift på tovet Stortingssitteunderlag, versjon blå-blå fra 2013-2017

Design: Kathrine Frey Frøslie for statistrikk

Du trenger:

Rundpinne 4 mm (60 cm)

Rauma Finull eller Pt2:

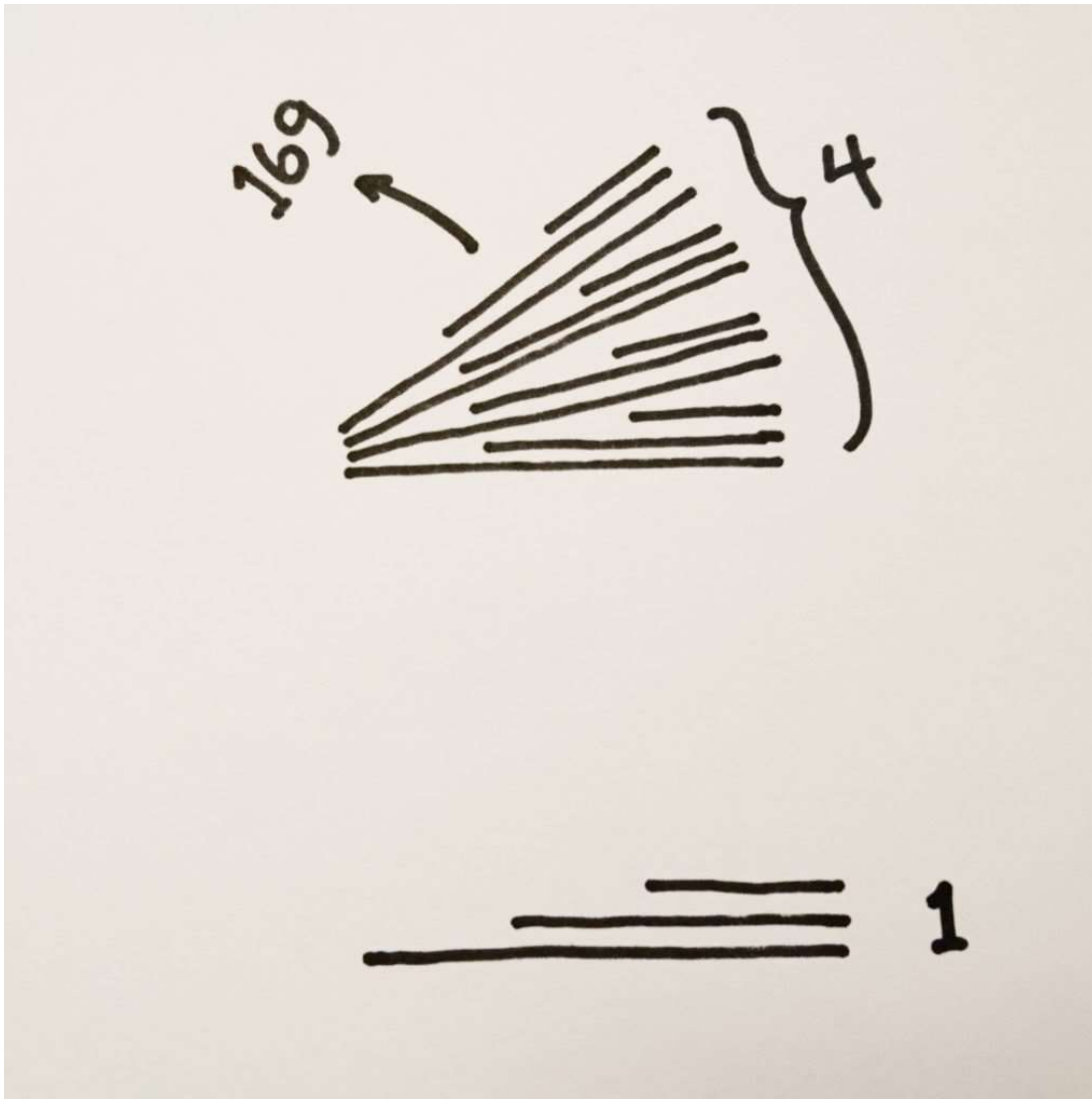
50 g mørkeblå

100 g blå

100 g rød

En rest (< 50 g) av fargene mørkerød, gul, grønn, lysegrønn og blågrønn.

Sitteunderlaget strikkes i rillestrikk, med forkortede riller som illustrert her og beskrevet lenger ned.



1 kile består av 6 omganger og tre riller, men to av rillene er kortere. Strikk 169 kiler.

For at det skal bli en sirkel når **du** bruker denne teknikken, må antallet masker mellom hver forkortede rille gå opp i 7:

Forkorter vi rillene med en maske hver gang, trengs 7 kiler for å få en sirkel.

Forkorter vi med 2 masker hver gang, trengs 14 kiler for å få en sirkel.

Forkorter vi med 3 masker trengs 21 kiler, med 4 masker trengs 28 etc.

Altså: For å få en sirkel med 168 kiler, må rillene forkortes med 24 masker. Og da kan vi slenge på en kile til uten at sirkelen ødelegges.

Dermed: Legg opp 72 masker med mørkeblått, gjerne med usynlig opplegg som forklart med en videosnutt i [dette innlegget](#).

* Strikk to hele omganger (= 1 rille).

Strikk 48 m, snu, gjør et kast, og strikk 48 m tilbake.

Strikk 24 m, snu, gjør et kast, strikk 24 m tilbake.*

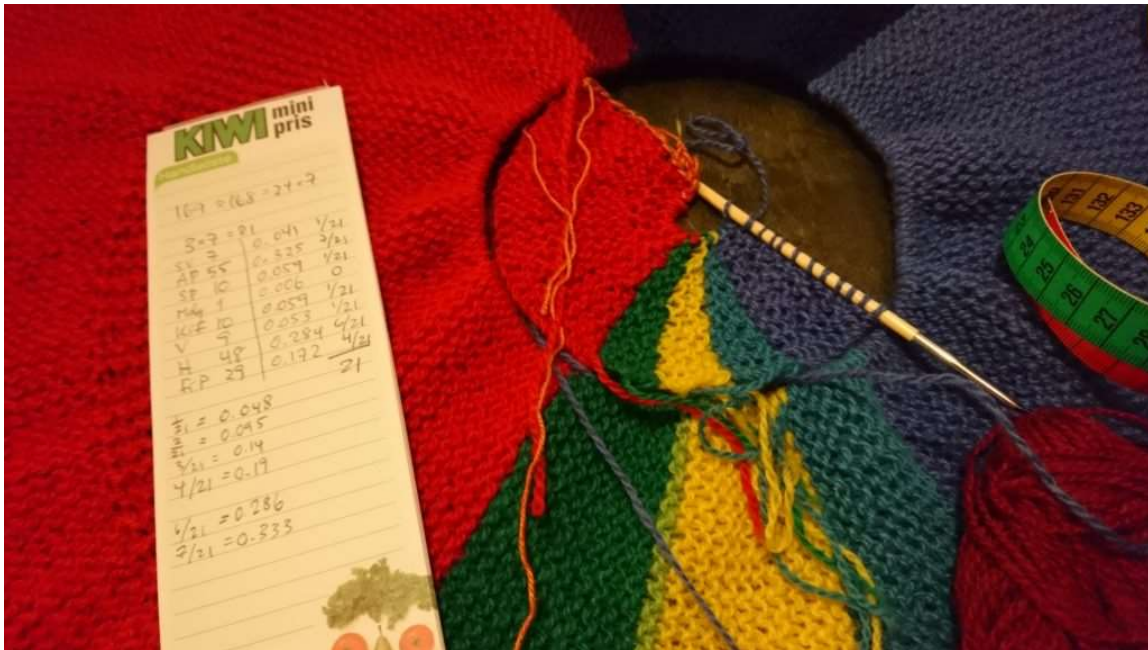
Fra * - * er en kile.

I første omgang i neste kile strikkes kastet sammen med neste maske. På den måten unngår **du** «hull» i strikketøyet.

Strikk totalt 29 mørkeblå kiler (FrP-representanter), 7 mørkerøde kiler (SV), 55 røde (Ap), 10 grønne (SP), 1 lysegrønn (Rasmus Hansson), 10 gule (KrF), 9 blågrønne (V) og 48 blå (H), før **du** syr sammen med maskesting og evt fjerner oppleggstråden. (Oioi, jeg innser plutselig at jeg har strikket $(72*2+48*2+24*2)*169=48.672$ masker på to uker! Trøste og bære!)



Som **du** nå har lagt merke til, er disse kilene så langstrakte at det er på grensen av hva som fysisk fungerer. Den innerste kanten blir bulkete, og blir ikke særlig bra før **du** får fylt ut hullet i midten. Til det lager **du** en mindre sirkel med 21 riller. Den blir mer unøyaktig (og Rasmus Hansson forsvinner helt), men det fungerer som helhet:



Legg opp 12 m, gjerne med usynlig opplegg.

* Strikk to hele omg = 1 rille. Strikk 9 m, snu, kast, 9m tilbake. Strikk 6 m, snu, 6 m tilbake. Strikk 3 m, snu, 3 m tilbake.*

Fra * - * er en kile.

Strikk 4 mørkeblå, 1 mørkerød, 7 røde, 1 grønn, 1 gul, 1 blågrønn og 6 blå kiler, og sy sammen med maskesting.



Sy den innerste sirkelen fast i hullet, mer eller mindre med i rille i den lille mot 2-3 riller i den store. Fest tråder og snurp sammen det lille hullet i midten. Vask herligheten i vaskesakin på vanlig bomullsprogram ca 50 grader sammen med et håndkle, så det tover skikkelig.



Strekk det i fasong etter vasking, tråkk det flatt og tørk det flatt, og **du** har et deilig og fargerikt sitteunderlag som bør romme enhver statsministers rompe. Eller sitt på det selv mens **du** bestemmer over deg selv.



Kristoffer, Kathrine og Anders inviterer til lunsj i det grønne.

Og til alle som nå lurer på om jeg skal strikke et nytt sitteunderlag på tirsdag: Nei, det skal jeg ikke! Men jeg skal oppdatere oppskriften, slik at den som heller vil se fremover enn bakover skal få et enkelt og fargerikt strikkeprosjekt som de kan kose seg med de neste fire årene.

⌘ Nerding for matematikere: Med så tynne kiler – kan jeg påstå at vi konvergerer mot Rieman-kiler? Og at dette er Rieman-strikking? (Fnis)

← Les forrige: omgongomg! Stortinget er i vaskemaskina!

Les neste: Østlandssendingen →

NSD NORSK SENTER FOR FORSKNINGSDATA

Vurdering

Referansenummer

748723

Prosjektittel

På hvilken måte kan populærvitenskapelige grep styrke undervisningskvaliteten i matematikk?

Behandlingsansvarlig institusjon

Høgskulen på Vestlandet / Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett / Institutt for språk, litteratur, matematikk og tolkning

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Mona Røsseland, Mona.Rosseland@hvl.no, tlf: +4755585809

Type prosjekt

Studentprosjekt, masterstudium

Kontaktinformasjon, student

Ivan Tokheim, 570640@stud.hvl.no, tlf: 99334944

Prosjektperiode

01.09.2021 - 15.05.2022

Vurdering (1)

17.12.2021 - Vurdert

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet med vedlegg den 17.12.2021, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 15.05.2022

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke behandles til nye, uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), og dataportabilitet (art. 20).

NSD vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

Ved bruk av databehandler (spørreskjemaleverandør, skylagring eller videosamtale) må behandlingen oppfylle kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29. Bruk leverandører som din institusjon har avtale med.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og/eller rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde: <https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema>

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!