



Høgskolen i **Hedmark**

Avdeling for lærerutdanning og naturvitenskap

Sindre Syversen Flesvig

Bacheloroppgave

«Hva er benevninga?»

Elevs møte med regneoppgaver i naturfag

«What is the unit?»

How students solve mathematical problems in science

Grunnskolelærerutdanningen 5.-10. trinn

2014

Samtykker til utlån hos høgskolebiblioteket

JA NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA NEI

Norsk sammendrag

Tittel: «Hva er benevninga?» - Elevers møte med regneoppgaver i naturfag.	
Forfatter: Sindre Syversen Flesvig	
År: 2014	Sider: 71
Emneord: Representasjonsformer, transformasjoner, enheter, naturfag, fysikk, matematikk.	
<p>Sammendrag:</p> <p>Denne kvalitative og empiriske oppgaven bygger på problemstillingen: «Hvordan møter elever regneoppgaver i naturfag?».</p> <p>Oppgaven er dagsaktuell fordi læreplanen i naturfag ble revidert til skolestart høsten 2013, for økt fokus på grunnleggende ferdigheter. For å svare på problemstillingen har jeg gjennomført to intervjuer med elever på 10. trinn. De svarte på en test som ble utgangspunktet for intervjuet, i temaet vei, fart og tid.</p> <p>Teorien er hentet fra både fysikdidaktikk og matematikdidaktikk og data er analysert med det som bakgrunn. Undersøkelsen viser at elevene har problemer med å besvare regneoppgaver med riktig enhet. Enheten de bruker i svaret kan være en mer eller mindre tilfeldig kombinasjon av enhetene brukt i oppgaveløsingen, og er ikke et direkte resultat av korrekt algebra, ei heller ut fra enhetenes definisjoner. Undersøkelsen viser også en noe manglende forståelse for formler hos elevene.</p>	

Engelsk sammendrag (abstract)

Title: «What is the unit?» - How students solve mathematical problems in science	
Author: Sindre Syversen Flesvig	
Year: 2014	Pages: 71
Keywords: Representations, translating among representations, units, science, physics, mathematics.	
<p>Summary:</p> <p>This paper is based on the research question: «How do students solve mathematical problems in science?».</p> <p>The paper is topical because the curriculum in science was revised in autumn 2013, for an increased focus on basic skills. To answer the research question, I conducted two interviews with students in 10th grade. They responded to a test that was the basis for the interview, within the topics speed, distance and time.</p> <p>The data is analyzed based on theory from both physical education and mathematics education. The survey shows that the students have problems with answering the tasks with the correct unit. Their units do seem to be a more or less random combination of the units used in the task, and not a product of correct algebra, nor definitions of the units. The survey also shows some lack of understanding of the formulas.</p>	

Innhold

NORSK SAMMENDRAG	2
ENGELSK SAMMENDRAG (ABSTRACT)	3
INNHold	4
FORORD	7
1. INNLEDNING	8
1.1 VALG AV TEMA	8
1.2 PROBLEMSTILLING	9
1.3 AVGRENSNINGER	9
1.4 OPPBYGGING AV OPPGAVEN.....	9
2. TEORI	11
2.1 REPRESENTASJONSFORMER.....	11
2.1.1 <i>Fenomenologisk representasjonsform</i>	11
2.1.2 <i>Begrepsmessig representasjonsform</i>	11
2.1.3 <i>Matematisk-symbolsk representasjonsform</i>	12
2.2 TRANSFORMASJONER	14
2.3 ENHETER OG ANTALL	15
3. METODE	17
3.1 FREMGANGSMÅTE OG FORSKNINGSDESIGN	17
3.2 DATAINNSAMLING	17
3.2.1 <i>Intervjuguide</i>	17
3.2.2 <i>Utvelgelse av informanter</i>	18
3.2.3 <i>Intervjusituasjonen</i>	18

3.2.4	<i>Dokumentasjon og omgjøring til data</i>	19
3.3	DATAREDUKSJON, ANALYSE OG FORTOLKNING AV DATA	19
3.4	VALIDITET OG RELIABILITET	19
4.	PRESENTASJON AV FUNN	21
4.1	FENOMENOLOGISK REPRESENTASJONSFORM.....	21
4.2	BEGREPSMESSIG REPRESENTASJONSFORM	22
4.3	MATEMATISK-SYMBOLSK REPRESENTASJONSFORM	22
4.3.1	<i>Forståelse av selve formelen</i>	22
4.3.2	<i>Manipulasjon av formler</i>	23
4.4	TRANSFORMASJONER	24
4.5	ENHETER OG ANTALL	24
5.	DISKUSJON	28
5.1	HVORDAN FORSTÅR ELEVER DE FORMLENE DE ANVENDER?	28
5.1.1	<i>Begrepet</i>	28
5.1.2	<i>Formelens komponenter</i>	28
5.1.3	<i>Matematikkompetanse</i>	30
5.1.4	<i>Transformasjoner</i>	30
5.2	HVA GJØR AT ELEVER KAN FÅ RIKTIG ANTALL I SVARET, MEN FEIL ENHET?.....	31
6.	SAMMENFATNING	33
	LITTERATURLISTE	34
	VEDLEGG	36
	VEDLEGG 1: INTERVJUGUIDE	36
	VEDLEGG 2: INTERVJU 1: PÅL	38
	VEDLEGG 3: INTERVJU 2: IDA.....	50
	VEDLEGG 4: TEST 1: PÅL.....	68
	VEDLEGG 5: TEST 2: IDA	70

Figurliste

Figur 1: Oppgavene de løste under intervjuet.....	21
Figur 2: Pål's vei, fart og tid-trekant.....	22
Figur 3: Pål's besvarelse av enheter for fart.....	24
Figur 4: Pål får antall uten enhet.....	25
Figur 5: Pål har ingen enhet på mellomregningen.....	25
Figur 6: Pål besvarer med feil enhet.....	25
Figur 7: Ida får feil enhet da hun ikke har gjort minutter om til sekunder.....	26
Figur 8: Ida svarer først med feil enhet, rettes etter veiledning.....	27
Figur 9: Ida svarer feil enhet, og endrer til en ny feil enhet.....	27

Tabelliste

Tabell 1: Mulige transformasjoner mellom utvalgte representasjonsformer.....	14
Tabell 2: Oversikt over om enhetene i besvarelsene er korrekte.....	27

Forord

Denne bacheloroppgavens tema er først og fremst et resultat av min interesse for læring av naturfag og matematikk. Underveis har også interessen for å gjennomføre undersøkelser økt betraktelig. Jeg har blitt svært interessert i vitenskapsteori og forskningsmetoder, og dette er noe jeg kan tenke meg å jobbe videre med. Spesielt var det interessant å kunne jobbe så grundig med to utvalgte elever for å forsøke å finne ut av hvordan de møtte én spesiell type oppgave. Det er en unik mulighet man sjelden kan koste på seg av samme grad i tids- og ressursomfang i en hektisk lærerhverdag.

Det er flere som har bidratt til denne oppgaven, men særlig veilederen min, Anne Holt. Hun tente først gnisten min for oppgaveskriving på en tilbakemelding av et mappearbeid midtveis i mitt studieløp. Deretter var hun til stor hjelp med konkrete tilbakemeldinger og nye perspektiver underveis i prosessen. Videre kunne jeg komme til kontoret uanmeldt for veiledning, og hun viste et stort engasjement for oppgaven.

Mine medstudenter fortjener også i aller høyeste grad en takk for mange gode diskusjoner og korrekturlesing, og praksislærer og informanter som var fleksible rundt tilrettelegging av intervjuene. Familien min har hele veien oppmuntret meg til å stå på.

Skreia 22. mai 2014

Sindre Syversen Flesvig

1. Innledning

1.1 Valg av tema

I løpet av mine praksisperioder ved Høgskolen i Hedmark har jeg observert og fattet interesse for elever som har besvart regneoppgaver med riktig tallverdi (heretter: antall), men feil enheter. Dette er utgangspunktet for denne empiriske og kvalitative oppgaven, som vil belyse hvordan elever møter regneoppgaver i naturfag. Den grunnleggende ferdigheten å kunne regne i naturfag og viktigheten av det for å forstå fysiske fenomener vil være i fokus. Den reviderte læreplanen som trådte i kraft høsten 2013 vektlegger grunnleggende ferdigheter mer enn tidligere (Mork, 2013).

I naturfag innebærer den grunnleggende ferdigheten *å regne* følgende:

Å kunne regne i naturfag er å innhente, bearbeide og framstille tallmateriale. Det innebærer å bruke ... måleenheter, formler og grafikk. Regning i naturfag er også å kunne sammenligne, vurdere og argumentere for gyldigheten av beregninger, resultater Utviklingen av regneferdigheter i naturfag ... [innebærer] å kunne vurdere valg av ... formler (Utdanningsdirektoratet, 2013b)

Ut fra dette skal elevene kunne anvende formler og vurdere gyldigheten av beregningene. Det innebærer å anslå aktuelle antall (verdier), men like fullt å vurdere hvilke faktorer som må tas hensyn til i en formel. Elever må også selv komme frem til formler, ikke bare kunne utføre dem regneteknisk riktig, hvilket innebærer at de må forstå hvor formelen kommer fra og hvordan formelens komponenter står i sammenheng med hverandre, og vite hvilke måleenheter som skal brukes.

For å vise hvor tett sammenhengen mellom naturfag og matematikk kan være ser vi på emnet som ofte kalles vei, fart og tid: Fra kompetansemålene etter 10. trinn har vi følgende kompetansemål under emnet *Fenomener og stoffer* i naturfag: «gjøre rede for begrepene fart og akselerasjon, måle størrelsene med enkle hjelpemidler og gi eksempler på hvordan kraft er knyttet til akselerasjon» (Utdanningsdirektoratet, 2013b). I matematikk heter det at man skal «gjøre overslag over og berekne ... tid [og] fart...» (Utdanningsdirektoratet, 2013a). Naturfag og matematikk er altså tett knyttet til hverandre, særlig i fysikkemner.

For å forstå hva fart og akselerasjon er må de nødvendigvis bli kjent med måleenhetene og hva de står for, og sette dette inn i praktiske situasjoner. Det er heller ikke vanlig å ha utstyr

til å måle akselerasjon på skoler, så man må regne det ut, og da nyttiggjør vi oss gjerne av formler. Forståelse av begrepene fart og akselerasjon, og hvordan kraft er knyttet til akselerasjon er en forutsetning for å nå kompetansemålene nevnt over. Der poengteres det at elevene skal gjøre beregninger. Det er helt tydelig at elevene trenger matematikkunnskaper og -ferdigheter for å kunne nå målene i naturfag.

1.2 Problemstilling

Ut fra dette er problemstillingen for studien som følger:

Hvordan møter elever regneoppgaver i naturfag?

I tillegg er disse forskningsspørsmålene definert:

Hvordan forstår elever de formlene de anvender?

Hva gjør at elever kan få riktig antall i svaret, men feil enhet?

1.3 Avgrensninger

Begrepene representasjonsform og transformasjoner, samt de ulike typene representasjoner vil defineres i kapittel to, og tar utgangspunkt i definisjonene til Angell et al. (2011) og Dolin (2002). Definisjon av antall og enheter vil også presenteres nærmere i teorikapitlet og er hentet fra Bjørnstad, Kongelf og Myklebust (2013).

Problemstillingen avgrenses til temaet vei, fart og tid, som skissert i kapittel 1.1. Undersøkelsen tar kun utgangspunkt i elever som får riktig antall i svarene sine, påfulgt av feil enhet, grunnet begrenset med tid og ressurser.

1.4 Oppbygging av oppgaven

Oppgaven er delt inn i teori, metode, presentasjon av funn, diskusjon og sammenfatning. I teorikapitlet vil jeg presentere aktuell teori om representasjonsformer og veksling mellom disse før teori om enheter og antall. Metodekapitlet vil vise hva jeg har gjort for å samle data knyttet til problemstillingen. Jeg vil også kort vurdere oppgavens validitet og reliabilitet. Funnene fra undersøkelsen vil bli presentert i et eget kapittel, hovedsakelig i

form av sitater og bilder. I kapittel fem vil jeg diskutere funnene opp mot teorien, før undersøkelsens sammenfatning vil bli presentert. En liten oppfordring og hva funnene fra undersøkelsen har å si for læreres hverdag kommer helt på tampen.

2. Teori

Jeg vil i dette kapittelet skrive om utvalgte representasjonsformer og transformasjoner (veksling mellom representasjonsformer), før teori om enheter og antall presenteres. Hvert av begrepene vil bli definert og i ulik grad bli redegjort for.

2.1 Representasjonsformer

En representasjonsform er en måte å representere et fenomen på i fysikk, og man skiller gjerne mellom fem hovedkategorier: Fenomenologisk, eksperimentell, grafisk, begrepsmessig og matematisk-symbolisk representasjon (Angell et al, 2011; Dolin, 2002). Eksperimentell og grafisk representasjonsform er mindre relevant for denne oppgaven, men de andre representasjonsformene vil bli presentert med ulik tyngde ut fra grad av relevans.

2.1.1 Fenomenologisk representasjonsform

Den fenomenologiske representasjonsformen er en «opplevelse eller beskrivelse av fenomenet slik det umiddelbart opptrer» (Angell et al., 2011, s. 148), eller som Dolin (2002) sier: «Hvad sker der?». Når det gjelder vei, fart og tid kan en beskrivelse være at Lise forflytter seg 400 meter, og dess mindre tid hun bruker på forflytningen, dess fortere beveger hun seg. Under denne representasjonsformen inngår også selve opplevelsen, altså at man observerer det som er beskrevet over. Denne representasjonsformen omhandler enkeltsituasjoner, og er ikke like generell som neste.

2.1.2 Begrepsmessig representasjonsform

Den begrepsmessige representasjonsformen er «hvordan fenomenet kan uttrykkes gjennom klart definerte begreper og relateres til mer generelle sammenhenger» (Angell et al., 2011, s. 149). Denne formen uttrykkes gjerne som forklaring av en formel, og er ofte å finne i «definisjonsruter» i ulike læreverker, nettopp fordi den er generell. Dolin (2002) vektlegger dette, at den beskriver en lov eller sammenheng med ord. Innenfor vei, fart og tid kan et eksempel lyde slik: Fart er et mål på tilbakelagt distanse per tidsenhet. Det kan være denne representasjonsformen læreren typisk forventer når han eller hun etterspør forklaring av et begrep, her: fart. «Selv om kvalitativ begrepsforståelse er viktig, kan vi ikke komme bort fra

at bruken av matematikk i fysikken er helt sentralt» (Angell et al., 2011, s. 256), og det presenteres i neste delkapittel.

2.1.3 Matematisk-symbolsk representasjonsform

I denne oppgaven er den matematisk-symbolske representasjonen i hovedfokus. Å beherske denne representasjonsformen innebærer å se at en funksjonell lovmessighet kan uttrykkes som en matematisk modell eller ligning, men også å tillegge matematiske uttrykk mening, hvilket innebærer en forståelse av alle komponenter i uttrykket (Dolin, 2002). Litt enklere kan det defineres som «hvordan fenomenet representeres i form av matematiske symboler og likninger» (Angell et al., 2011). Et eksempel fra vei, fart og tid kan være $fart = \frac{vei}{tid}$.

Dolin (2002) føyer til at denne representasjonen beskriver hvordan funksjonen kan manipuleres for å passe til det oppgaven krever svar på. Eksempelvis: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v-v_0}{t-t_0}$ for akselerasjon. Eller som det gjerne blir presentert på ungdomsskolen:

$akselerasjon = \frac{slutfart - startfart}{tid}$. Dolin (2002) legger også vekt på at man skal beherske og kjenne igjen situasjonen ut fra kun formelen, ikke bare vite hvilken formel som passer til situasjonen. Det betyr at elever ikke bare skal vite hvilken formel som er gyldig for akselerasjon, men også vite hva formelen beskriver om kun denne er oppgitt. Videre må elevene kunne manipulere uttrykket for å forstå representasjonsformen fullt ut.

I fysikkfaget presenteres ofte informasjon svært kompakt med symboler og formler, altså gjennom en matematisk-symbolsk representasjon. Å forstå hver komponent i en formel, og generelt hente ut og anvende all informasjonen i de ulike representasjonsformene, krever mye øvelse, så «elevene [trenger] regnetrening på sin vei mot en god forståelse i fysikk» (Angell et al., 2011, s. 256). Elever har ikke alltid bevissthet rundt hva komponentene i en matematisk formel innebærer, og de har ofte vanskeligheter med å manipulere formler og dens enheter (Angell et al., 2011). De kan vegre seg for å nyttiggjøre seg formler og likninger når oppgaven ikke krever det. Ranøyen (2011, s. 7) sier det så skarpt som at «elever som ikke behersker det matematiske språket, kan oppleve situasjoner med tall og tegn som låste». Mange elever og studenter presterer dårlig på matematikkoppgaver i fysikk (Tuminaro, 2004). Tuminaro (2004) peker særlig på to grunner: de har ikke tilstrekkelig med matematikkferdigheter og/eller de klarer ikke å overføre kunnskapen fra matematikkfaget til fysikkfaget.

Ofte er det slik at elever «går rett på formler eller likninger som inneholder den ukjente, uten først å se helheten i problemstillingen» (Angell et al., 2011, s. 252). Når da mange lærere gir elever en likning de skal løse, for så å presentere løsningen når de fleste har kommet frem til et svar, er dette lite gunstig. Elevene prøver seg da frem og finner passende formler (Hestenes, 1987; Yndestad, 2012). Man kan tvile på elevenes forståelse av fenomenet hvis de prøver seg frem til en formel som passer, uten å forstå hvorfor den kan brukes. For det å resonnerer og oppnå forståelse må være sentralt i all regning for å kunne anvende rett aritmetiske prosedyre, til rett tid i praktiske og teoretiske situasjoner (Holm, 2002). Det er ikke nok å være en teknisk god regner hvis man ikke vet hva man regner på, og ikke kan sette opp et regnestykke selv ut fra en situasjon, men ender opp med å prøve seg frem til en formel som kan passe. Denne problematikken påpeker også Angell et al. (2011), og sier at elever ofte kan regne formler og likninger uten å gjennomføre en kvalitativ analyse av oppgaven først. Det innebærer at de ikke nødvendigvis ser sammenhengen mellom formelen (og dens komponenter) og den faktiske situasjonen, den fenomenologiske representasjonen (Angell et al., 2011). Oppsummert sier Angell, Henriksen og Kind (2012, s. 1) at «Mange lærere [har] erfart at matematikken for mange elever oppleves som løsrevet fra selve det fysiske fenomenet». Overganger mellom de ulike representasjonsformene beskrives nærmere i neste kapittel.

Guttersrud sier at «elever har problemer med å se sammenhengen mellom en matematisk likning og likningene de arbeider med i fysikken» (sitert i Yndestad, 2012, s. 17). Det kan være flere grunner til det, men at det brukes forskjellige symboler i matematikk ($y = ax$) og fysikk ($s = vt$) kan være én årsak (Yndestad, 2012). Altså trenger ikke matematikkunnskapene og -ferdighetene å være for dårlige isolert sett, men elevene kan slite med overføringen av kunnskapen og ferdighetene. Angell et al. (2011, s. 252) sier på sin side at «Problemet er at elevene ikke har gode nok matematikkunnskaper». Norske elever har også blitt dårligere på oppgaver i matematikk som krever manipulasjon med algebraiske uttrykk (Angell et al., 2011).

Det ser ut til å være to elementer som går igjen: Det er vanskelig å se sammenhengen mellom en formel og andre representasjoner (som for eksempel den fenomenologiske eller begrepsmessige representasjonsformen), men det kan også oppleves vanskelig å utføre selve utregningen og vite hva hver komponent i formelen svarer til.

2.2 Transformasjoner

Dolin (2002) beskriver en læreprosess i fysikk som å veksle mellom de ulike representasjonsformene for samme fenomen, det han kaller transformasjon. Jo flere representasjonsformer man behersker av et fenomen, slik at man kan se dem i sammenheng, jo bedre har man forstått fenomenet (Dolin, 2002). I denne oppgaven avgrenses det til de seks transformasjonene som er mulig med de tre utvalgte representasjonsformene: fenomenologisk, begrepsmessig og matematisk-symbolsk. Disse er vist i tabell 1.

Tabell 1: Mulige transformasjoner mellom utvalgte representasjonsformer

Fra:	Til:
Fenomenologisk repr.	Begrepsmessig repr.
Fenomenologisk repr.	Matematisk-symbolsk repr.
Begrepsmessig repr.	Fenomenologisk repr.
Begrepsmessig repr.	Matematisk-symbolsk repr.
Matematisk-symbolsk repr.	Begrepsmessig repr.
Matematisk-symbolsk repr.	Fenomenologisk repr.

I følge Holm (2002) er det tradisjonelt mer veksling mellom representasjonsformer i fysikkundervisning enn i matematikkundervisning, og denne vekslingen kan hjelpe elever med å bli bedre til å abstrahere i matematikk (generell symbolbruk). David E. Meltzer sier at elevers matematikkunnskaper spiller en betydelig rolle i læringsutbyttet i fysikk, i motsetning til forkunnskaper i fysikk (referert i Nilsen, Angell & Grønmo, 2013). Dette viser at matematikk og fysikk er avhengig av hverandre og henger tett sammen.

Knain og Kolstø (2011, s. 21) sier at «å beherske et fag er å beherske fagets begreper slik de brukes i dets sjangre og representasjonsformer». Så også de er opptatt av å forstå de ulike representasjonsformene, selv om de ikke er like opptatt av transformasjoner som Dolin. Selv om elever behersker en av representasjonsformene kan de ha problemer med en annen (Angell et al., 2011). Det er altså ingen automatikk i at en elev behersker alle

representasjonsformene for et fenomen selv om eleven gir inntrykk av å ha god kontroll gjennom en av representasjonene. Dolin (2002) sier også at transformasjon mellom representasjonsformene ofte kan oppleves vanskelig.

Det er ikke bare å veksle mellom de ulike representasjonene som kan være vanskelig, men også å bruke flere representasjoner på samme situasjon og å se sammenhengen mellom dem:

Det kom imidlertid frem at utfordringen i å lære fysikk går dypere enn begrepene i seg selv. Elevene gav uttrykk for at det største problemet ofte var å ”oversette” en fysisk situasjon til en matematisk form. Mer generelt kan vi si at en av de største utfordringene for elevene er at de må kunne forholde seg til mange ulike representasjoner av et fenomen på én gang (Angell et al., 2012, s. 1)

Ut fra dette kan det tenkes at man for å få en god forståelse av et fenomen må beherske å bevege seg mellom alle representasjonsformene, og at dette gjerne er utfordrende. Dette ble også påpekt i delkapittel 2.1.3.

2.3 Enheter og antall

«En størrelse er et *antall av* (måle)enheter og [man kan] dermed oppfatte måltallet som en multiplikator på liknende måte som 6 i $6 \cdot 5$ [her: $5+5+5+5+5+5$]» (Bjørnstad et al., 2013, s. 146). Når det gjelder vei, fart og tid kan man ta en størrelse som $60m$. Meter er enheten (for lengde), og vi har 60 slike enheter, altså er antallet 60.

Noe som kan skape usikkerhet rundt magesfølelsen og intuisjonen av riktig antall av enhetene er at vi opererer med SI-enheter, gjerne i motsetning til elevenes daglige enheter. Elever er gjerne mer fortrolige med km/t i forhold til m/s når de skal diskutere hvor fort en bil kjører (Angell, Haugan & Isnes, 1992). Det kan også være vanskelig å ha begrep om hvor liten eller stor akselerasjonen er når den oppgis med SI-enhet på samme måte som over (Angell et al., 1992).

«Fysikere, kjemikere og ingeniører regner med størrelser hele tiden. Men hvis vi leter i litteraturen etter diskusjon omkring, og begrunnelse for, slik regning, finner vi svært lite» (Bjørnstad et al., 2013, s. 150). I følge Hans Freudenthal har matematikere mislikt å drøfte multiplikasjon og divisjon av enheter (som km/t) og gjerne latt fysikere ta seg av de problemene, selv om vi har med *rigorøs matematikk* (konsekvent og uendret matematikk) å

gjøre, som han beskriver det (Bjørnstad et al., 2013). Så Freudenthal (1973) problematiserer multiplikasjon og divisjon av størrelser, og spør retorisk om det ikke er sjokkerende at $150\text{km} : 3\text{h} = 50\text{km/h}$. Man regner altså ut antallene, men enhetene må i dette tilfellet skrives som en kombinert og tilsynelatende «ny enhet».

3. Metode

I dette kapitlet vil jeg presentere hvilke valg jeg har tatt for å svare best mulig på problemstillingen. Jeg vil beskrive forskningsdesignet, altså valg av metode og utvalget av informanter, og forklare min innsamling og bearbeidelse av empiri.

3.1 Fremgangsmåte og forskningsdesign

Ut fra problemstillingen er det naturlig å velge en kvalitativ studie i denne empiriske oppgaven, en metode som er utbredt innen pedagogikk (Atkins & Wallace, 2012). Dette fordi man da får gått mer i dybden i søket etter elevenes tanker og forståelse (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2010; Kleven, Hjordemaal & Tveit, 2011).

I denne studien er det valgt en fenomenologisk tilnærming, noe som samsvarer med problemstillingen, da både tilnærmingen og problemstillingen søker å forstå elevenes møte med regneoppgaver. I følge Johannessen et al. (2010, s. 82) «betyr en fenomenologisk tilnærming å utforske og beskrive mennesker og deres erfaringer med, og forståelse av, et fenomen». «Målet er å få økt forståelse av og innsikt i andres livsverden» (Johannessen et al., 2010, s. 83), og det er nettopp det som er ønskelig i denne studien. For å samle data i denne undersøkelsen er det benyttet intervjuer, som er vanlig i kvalitative studier (Johannessen et al., 2010).

3.2 Datainnsamling

3.2.1 Intervjuguide

Til intervjuene er det utarbeidet en semistrukturert intervjuguide som tar utgangspunkt i forskningsspørsmålene. Det ble altså benyttet en overordnet intervjuguide, men spørsmålene kom i ulik rekkefølge som passet til dialogen og situasjoner som oppsto i oppgaveløsingen, noe som også åpnet for nye spørsmål (Johannessen et al., 2010). Det er valgt en semistrukturert guide for å ha muligheten til å få et dypdykk i deres forståelse av oppgavene, men samtidig å ha noen felles spørsmål og faste holdepunkter, slik at informantenes svar kan sammenlignes. I tillegg til intervjuguiden gjennomførte de en test som er lik den de gjennomførte både i undervisningen og til utvelgelsen av informantene. Dette for å ha

konkrete situasjoner å snakke om i intervjuet, som de også har et eierforhold til, samt unngå utfordringer de var ukjente med.

3.2.2 Utvelgelse av informanter

Elevgruppen som var til rådighet i denne undersøkelsen hadde undervisning i vei, fart og tid i naturfag ca. seks måneder forut. For å sikre relevante kunnskaper og ferdigheter innenfor emnet fikk de først ei undervisningsøkt på 60 minutter, der noe av tiden ble brukt til oppgaveløsning. Undervisningsopplegget inneholdt også en praktisk demonstrasjon på hvordan man kan regne ut fart og akselerasjon, samt avklaring av begrepene. To dager senere fikk de lignende oppgaver som de besvarte individuelt, og disse er bakgrunn for utvelgelsen av informantene.

Utvelgelsen av informanter er gjort på bakgrunn av et kriteriebasert utvalg, der kriteriene var (1) feil enheter i svarene, og (2) riktig antall i svarene. Man kan altså si at det ble benyttet en kvantitativ metode for å velge ut informanter gjennom bruk av testresultater. Denne kriteriegruppen er ganske spesifikk og det kan tenkes at de har en del felles utfordringer og mestringer. To informanter, en jente og en gutt på ulike nivåer i matematikk, vil kunne være tilstrekkelig i en oppgave av dette omfanget. De er tildelt pseudonymene Pål og Ida for å sikre deres anonymitet. Begge går i 10. trinn ved en middels stor ungdomsskole i et tettsted på Østlandet.

Pål er en gutt som karaktermessig ligger på 4 til 5 i både naturfag og matematikk.

Ida er ei jente som karaktermessig ligger på 4 naturfag og 3 til 2 i matematikk.

3.2.3 Intervjusituasjonen

Intervjuene ble gjennomført i et grupperom på elevenes skole og i deres naturlige setting. Det er hele veien vektlagt at elevene skal føle seg trygge og i vante omgivelser, siden de utvalgte informantene må åpne seg om personlig anliggende som kan være vanskelig å snakke om. Det er også en nødvendighet for å få gyldige data, men like fullt ivareta informantenes selvfølelse innenfor et sensitivt tema (Johannessen et al., 2010). Likevel er ikke alle komfortable med et intervju, da særlig når det gjøres lyd eller videoopptak, og det kan endre den sosiale settingen mellom deltagerne (Walford, 2001), som er noe å ta hensyn til i intervjusituasjonen.

3.2.4 Dokumentasjon og omgjøring til data

For å omforme intervjuene til datamateriale ble det valgt å filme. Videoopptak gjør at informantene kan regne og forklare til samme tid, noe som vil være mer naturlig for dem, samtidig som det er lett å dokumentere. Det kan dessuten gi bedre data med flere dimensjoner enn bare refleksjon uten tilknytning til konkrete eksempler. Det gjør ordrett transkribering mulig (Atkins & Wallace, 2012). Ved filming er det gjerne svært kritisk om datamaterialet kommer på avveie (Gilje & Grimen, 1993). I denne studien ble ikke informantene filmet, kun selve svararket. Datamaterialet avslører altså kun fornavn, men opptakene ble slettet så fort de var transkribert med pseudonymer, så sjansen for at sensitive data kommer på avveie er minimal.

3.3 Datareduksjon, analyse og fortolkning av data

I denne undersøkelsen jobber man med myke data om en myk virkelighet, og det medfører gjerne en betydelig mengde data. For å få en håndterlig datamengde å jobbe videre med ble dataene redusert og satt i system. De transkriberte intervjuene ble kodet og fordelt inn i kategorier som oppsto ut fra intervjuene, men også inn i kategorier lagd ut fra forskningsspørsmål og problemstilling. Eksempler på kategorier ut fra forskningsspørsmålene og teorikapittelet er: *transformasjon*, *begrepsmessig* og *matematisk-symbolisk representasjonsform* og *antall/enheter*. Kategorier som oppsto underveis var: *hverdagsforestillinger* (misoppfatninger), *høy* og *lav grad av forståelse*. Mange av utsagnene ble satt i flere kategorier.

3.4 Validitet og reliabilitet

Når intervjueren har testet intervjuet på piloter før de faktiske intervjuene er sjansen for å få gode og reliable data bedre, siden intervjueren har fått trening og eventuelt fått avdekket svakheter i intervjuguiden (Cohen, Manion & Morrison, 2007). Testen og intervjuguiden ble kjørt på to piloter ca. to uker før gjennomføring. Å teste intervjuguiden på en eller flere piloter er hensiktsmessig også for å sikre at den fremprovoserer svar som kan gi gode data (Atkins & Wallace, 2012). Siden dette er mitt første møte med en slik undersøkelse måtte intervjuguiden endres ganske mye etter pilotgjennomgang.

For at en kvalitativ undersøkelse skal ha så høy reliabilitet som mulig bør den være så objektiv og transparent som mulig. Det vil øke sannsynligheten for at man vil få et rimelig likt resultat ved en retest, eventuelt ved en annen fremgangsmåte (Johannessen et al., 2010). For å styrke undersøkelsens kredibilitet og gjøre den så transparent og etterprøvable som mulig, er intervjuguide, transkriberingen og bilder av notater som informantene gjorde under intervjuene inkludert. Likevel bør man tenke på at «resultater ... oppfattes som indisier heller enn som bevis» (Kleven et al., 2011, s. 9).

«Dersom de resultatene som er funnet i undersøkelsen kan gjøres gjeldende for de personer og situasjoner som er relevante utfra undersøkelsens problemstilling, sier vi at undersøkelsen har god ytre validitet» (Kleven et al., 2011, s. 124). Vi snakker altså om overføring av forskningsresultater eller generalisering (Kleven et al., 2011). Siden det i denne undersøkelsen er svært få informanter, de er fra samme klasse og de er utvalgt basert på like kriterier, er ikke resultatene generaliserbare i særlig stor grad. Man bør altså være forsiktig med å teoretisere, der man forsøker å sammenfatte data og bygge ny teori (Coffey & Atkinson, 1996).

4. Presentasjon av funn

I dette kapittelet vil jeg presentere mine data fra intervjuene. Jeg vil trekke frem sitater og bilder fra oppgavene de løste under intervjuet. Funnene er organisert i ulike kategorier, deretter per informant, slik at leseren styres gjennom det viktigste fra intervjuene på en mest mulig ryddig måte.

Test til intervju

Svar på alle spørsmålene. Om du er usikker skriver du det du tror eller løser oppgaven på alternative måter, som for eksempel å tegne en figur. Skriv rett på arket.

1. **Forklar med egne ord: hva er fart?** Skriv så mye som mulig. Stikkord: hvordan finner vi ut farten, hvilken enhet bruker vi, hvilken formel bruker vi og forklaring av formelen.
2. **Regn ut:** Johanne sykler 9 km på 20 minutter. Hvilken fart har hun, målt i meter per sekund? Regn med enheter gjennom hele utregningen.
3. **Regn ut:** Jakob sykler med en fart på 9 m/s. Han skal sykle 3,6 kilometer. Hvor lang tid bruker han? Regn med enheter gjennom hele utregningen.
4. **Forklar med egne ord: hva er akselerasjon?** Skriv så mye som mulig. Stikkord: hvordan finner vi ut akselerasjon, hvilken enhet bruker vi, hvilken formel vi bruker og forklaring av formelen.
5. **Regn ut:** Julie starter å løpe, og akselererer fra 0 m/s til 9 m/s i løpet av 3 sekunder. Hva er akselerasjonen? Regn med enheter gjennom hele utregningen.
6. **Regn ut:** Herman sykler først rolig, og øker så farten fra 5 m/s til 8 m/s. Akselerasjonen er 2 m/s^2 . Hvor lenge varte akselerasjonen? Regn med enheter gjennom hele utregningen.

Figur 1: Oppgavene de løste under intervjuet

4.1 Fenomenologisk representasjonsform

Pål

Ved løsning av oppgave 2, 3, 5 og 6 på testen må informantene hente ut og tolke informasjon fra en beskrivelse av en situasjon, en fenomenologisk representasjon. I alle oppgavene ser

Pål ut til å sile ut den relevante informasjonen, med unntak av den siste: «jeg skjønnte den ikke helt, jeg».

Ida

Også for Ida virker det greit å tolke oppgaver presentert gjennom en fenomenologisk representasjon. Hun trekker ut den informasjonen oppgaven etterspør, bortsett fra på oppgave 6, der hun må spørre om 5 m/s og 8 m/s kan være startfart og slutfart.

4.2 Begrepsmessig representasjonsform

Pål

Pål setter ord på hva fart er ved å skrive at «fart er hvor fort noe beveger seg fra A til B». Om akselerasjon skriver Pål først det samme som han gjorde da han forklarte fart, men oppdager nettopp dette med en gang av seg selv. Han klarer det ikke på egenhånd, og må ha hjelp til å sette ord på akselerasjon og får kikke på sin tidligere besvarelse fra en tidligere test.

Ida

Ida beskriver fart relativt presist både i tale og skrift: «hvor fort noe går». Hun sier også at for å finne farten tar man vei og deler på tid, også rimelig presist. Ida skriver at akselerasjon er «hvor mye farten endrer seg fra start til slutt» og det er en relativt nøyaktig beskrivelse.

4.3 Matematisk-symbolsk representasjonsform

4.3.1 Forståelse av selve formelen

Pål

Pål husker ikke formelen for å regne ut fart, men husker derimot en utregningstrekant som de har lært. Om den sier han: «den er riktig når vi regner det ut så får vi riktig svar, så bare bruker jeg den». Han sier også at han ikke vet hvorfor den er som den er eller hvorfor den virker. Pål sier at det generelt er vanskelig å regne hvis han ikke har noen formel å regne etter.



Figur 2: Påls vei, fart og tid-trekant

Når det gjelder formelen for akselerasjon bruker Pål lang tid og sier alt høyt i en spørrende tone, mens han skriver ned. Formelen han får er $\frac{\text{startfart}-\text{sluttfart}}{\text{tid}}$, men det skal egentlig være startfarten som trekkes fra sluttfarten. Å gi Pål hint fører ingen vei, og han må vises den korrekte formelen.

Ida

Ida skriver kjapt ned at fart er «vei dele på tid» med ord, men bruker litt tid på å huske formelen. Hun går veien om den samme trekanten som Pål skrev ned, og finner så kjapt ut formelen. Men Ida sier at hun ikke vet hvor formelen kommer fra. Hun har også pugget trekanten, som hun heller ikke vet hvor kommer fra, men hun «tror den er ganske logisk» uten å kunne forklare noe mer rundt det.

Ida sier med en gang at formelen for akselerasjon er «sluttfart og startfart og dele på noe tror jeg». Men hun sier også at hun bare har memorert den uten å vite hvor den kommer fra eller hvorfor den virker.

4.3.2 Manipulasjon av formler

Pål

Pål har vanskeligheter med å gjøre om formelen så han får den ukjente alene på den ene siden. Han må hele tiden ha hjelp til å komme på hva han skal gjøre, og blander inn x selv om det ikke finnes noen x i noen av formlene. Han sliter tilsynelatende også med å skifte ut symbolene i formelen med tallene som er oppgitt i oppgaveteksten. På direkte spørsmål om hva han synes om algebra sier Pål at han ikke liker det noe særlig, og at det blir «surr i hodet» med «a og x og b». Han sier også at «matte er ikke mitt sterkeste fag».

Ida

Ida virker veldig usikker på algebraregler og hva man kan gjøre for å manipulere formelen til at den ukjente står alene på en av sidene av likhetstegnet. Hun uttrykker at hun blir «sur» på algebra, og synes matematikk burde holde seg til tall og ikke bokstaver. Hun uttrykker også «er ikke så flink i matte for å si det sånn», og sier at naturfag blir vanskelig når det blandes inn matematikk.

4.4 Transformasjoner

Pål

Pål blir spurt om han ser for seg situasjonen han regner på. Han svarer at han ikke gjør det, men bruker formler de har fått oppgitt. Han klarer å oversette fra fenomenologisk (beskrivelse av situasjonen i oppgaveteksten) til matematisk-symbolsk representasjonsform for å løse oppgavene som omhandler fart i større grad enn ved oppgaver om akselerasjon.

Ida

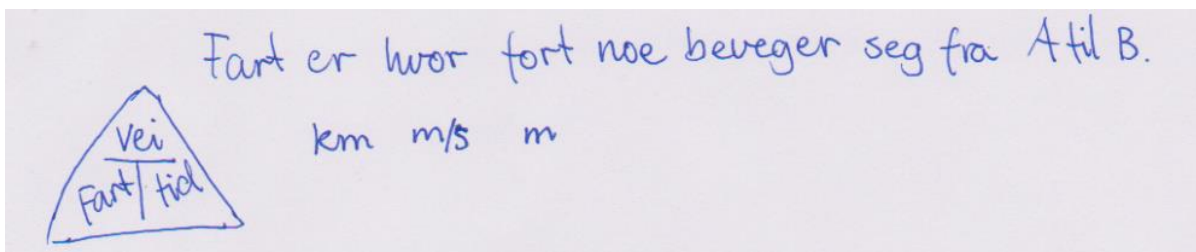
Ida klarer også å gå fra oppgaveteksten til formelen og løse denne. Det er også et krav for henne, som med Pål, å ha memorert formelen. Hun sier at hun i noen oppgaver ser for seg den faktiske situasjonen, men at det ikke er i noen spesielle oppgaver hun benytter seg av denne strategien: «det bare kommer noen ganger». Hun sier at hun noen ganger støtter seg på egne forklaringer av fenomenet (begrepsmessig form) hvis dette er besvart i en tidligere oppgave.

Ingen av dem klarer tilsynelatende å trekke så mye informasjon ut fra oppgaveteksten at de ikke trenger en formel som de har memorert på forhånd. De ser heller ikke ut til å benytte seg av noe grafisk informasjon som tegninger, tabeller eller grafer for å løse oppgavene.

4.5 Enheter og antall

Pål

På spørsmålet om hva slags enhet man måler fart i, sier Pål «kilometer, meter i sekundet» og ikke noe mer. Han skriver derimot opp tre enheter; km, m/s og m.



Figur 3: Påls besvarelse av enheter for fart

Han har altså skrevet ned to enheter for lengde, og en for fart. På oppgave 2 regner Pål seg raskt frem til et antall, men vet ikke hva slags enhet han skal bruke.

2. **Regn ut:** Johanne sykler 9 km på 20 minutter. Hvilken fart har hun, målt i meter per sekund? Regn med enheter gjennom hele utregningen.

$$9 \text{ km} \div 20 \text{ min} = 0,45$$

$$9000 \text{ m} \div 1200 \text{ sek} = 8,5 \text{ m/s}$$

Figur 4: Pål får antall uten enhet

Han svarer spørrende «meter... kilometer?». Å få riktig antall gikk raskt, og han veiledes til å skrive m/s.

På mellomregningen på oppgave 3 har Pål ingen enhet.

3. **Regn ut:** Jakob sykler med en fart på 9 m/s. Han skal sykle 3,6 kilometer. Hvor lang tid bruker han? Regn med enheter gjennom hele utregningen.

$$3600 \text{ m} \div 9 \text{ m/s} = 400$$

$$6,666 \approx 67 \text{ min}$$

Figur 5: Pål har ingen enhet på mellomregningen

Når det gjelder akselerasjon mener Pål at riktig enhet er m/s. I oppgave 5 (figur 6) skriver han eksemplarisk inn enhetene riktig i formelen, men ender opp med sekunder som enhet i svaret, selv om han mener selv at akselerasjon skal oppgis i m/s. Den riktige enheten er m/s². Han sier også at «hvis noe akselererer i minus tre, da går det jo bakover». Dette er feil.

5. **Regn ut:** Julie starter å løpe, og akselererer fra 0 m/s til 9 m/s i løpet av 3 sekunder. Hva er akselerasjonen? Regn med enheter gjennom hele utregningen.

$$\frac{0 \text{ m/s} - 9 \text{ m/s}}{3 \text{ sek}} = -3 \text{ sek}$$

Figur 6: Pål besvarer med feil enhet

I oppgave 6 er akselerasjonen oppgitt med riktig enhet (m/s²), og fartsendringen (m/s) skal divideres med akselerasjonen. Pål setter opp, og konstaterer høyt at det er tiden han skal

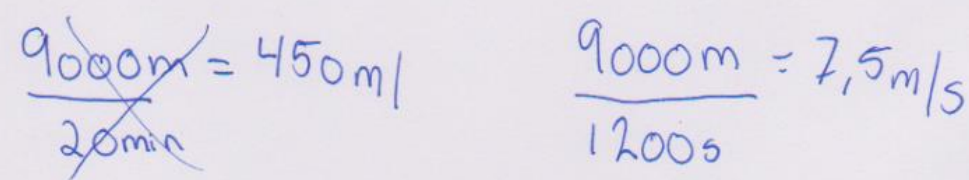
finne ut. Han uttrykker at han ikke helt skjønner oppgaven, og vet heller ikke hvilket av antallene med tilhørende enhet som er akselerasjon og hvilket som er fartsendringen. Svaret oppgir han med SI-enhet for akselerasjon, selv om han akkurat har fastslått at det er tid han er ute etter.

På direkte spørsmål om han synes det er greit å regne med tall svarer han «ja». De fleste oppgavene har riktige antall. På direkte spørsmål om han synes det er greit å vite hva slags enhet svaret skal ha svarer han også «ja». Det er kun oppgavene om fart som har riktige enheter. Han sier også: «Hvis [oppgaven] spør etter akselerasjon eller fart eller tid, så er det jo i forhold til det du må regne ut».

Ida

Ida svarer kun km/t som enhet på fart, og nevner ikke m/s. Hun regner først ut et antall, men hun stopper opp da hun skal skrive enheten, siden hun har regnet med minutter og ikke sekunder. Hun trenger litt hjelp når det gjelder omgjøring mellom minutter og sekunder, men ender opp med m/s som enhet i svaret uten assistanse.

2. **Regn ut:** Johanne sykler 9 km på 20 minutter. Hvilken fart har hun, målt i meter per sekund? Regn med enheter gjennom hele utregningen.


$$\frac{9000\text{m}}{20\text{min}} = 450\text{ m/min}$$
$$\frac{9000\text{m}}{1200\text{s}} = 7,5\text{ m/s}$$

Figur 7: Ida får feil enhet da hun ikke har gjort minutter om til sekunder

Ida svarer på spørsmål om hvorfor vi gjør om til sekunder at «siden det er det samme som der» og peker på enheten. Hun regner ut antallet, men spør etter hva slags enhet det skal være: «men jeg vet ikke helt, jeg, hva er benevninga på den?»

Ida vet ikke hva slags enhet man bruker på akselerasjon. Oppgave 5 skriver hun opp eksemplarisk med enheter og regner ut riktig antall. Hun nøler da hun skal skrive enheten og sier «jeg vet ikke hva».

5. **Regn ut:** Julie starter å løpe, og akselererer fra 0 m/s til 9 m/s i løpet av 3 sekunder. Hva er akselerasjonen? Regn med enheter gjennom hele utregningen.

$$\frac{9 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}^2$$

Figur 8: Ida svarer først med feil enhet, rettes etter veiledning

Hun sier det er lett å vite riktig antall, men ikke enhet, selv om hun er bevisst på at det er akselerasjon hun skal regne ut. Ida har alle antallene i alle oppgavene korrekt, men får feil enheter på akselerasjonsoppgavene. Enheten i oppgave 5 (akselerasjon) rettes etter veiledning, og enhetene på fartsoppgavene er riktig. Hun sier hun bruker å tenke på at enheten i svaret skal stå til det oppgaven spør om, men uten å regne med enhetene underveis.

$$\frac{3 \text{ m/s}}{2 \text{ m/s}^2} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

Figur 9: Ida svarer feil enhet, og endrer til en ny feil enhet

På oppgave 6 (figur 9) svarer Ida at vi er interessert i å finne ut antall sekunder, men oppgir likevel svaret først i m/s og endrer deretter til m/s².

Begge

Jevnt over er begge i stand til å utføre den tekniske regningen med riktig antall, men regning med enheter er mer problematisk. Tabell 2 viser om de fant ut enhetene på egenhånd og om de var riktig. Elevene har fått 2 poeng hvis de fant ut enheten på egenhånd og den var riktig, 1 poeng hvis de trengte hjelp, men visste *type* enhet selv (tid, fart osv.) og 0 poeng hvis de er usikre og veksler mellom dem.

Tabell 2: Oversikt over om enhetene i besvarelsene er korrekte

	Fart oppg. 2	Fart oppg. 3	Aks. oppg. 5	Aks. oppg. 6
Pål	1	2	0	0
Ida	2	1	0	0

5. Diskusjon

I dette kapitlet vil jeg diskutere funn fra foregående kapittel opp mot teori i kapittel 2. Problemstillingen min var som nevnt: **Hvordan møter elever regneoppgaver i naturfag?** Forskningsspørsmålene ligger til grunn for inndelingen i dette kapitlet, og delkapitlene har forskningsspørsmålene som overskrifter.

5.1 Hvordan forstår elever de formlene de anvender?

5.1.1 Begrepet

Knain og Kolstø (2011) sier at man må beherske begrepene for å beherske faget. Begge informantene ser ut til å ha en viss kontroll på hva fart dreier seg om. Ved å utelate «fra A til B» som Pål sa, inkluderer Ida bevisst eller ubevisst momentan fart. Pål skrev eller sa ikke noe om momentan fart, men likevel er hans beskrivelse av fart helt korrekt i forhold til hvordan oppgaver om fart løses. Men han har ikke nevnt den enheten de fleste gjerne har kjennskap til, km/t, og som de fleste bruker i dagligtale. Han oppgir derimot to enheter for lengde i tillegg, som kan tyde på at han er litt usikker. Ida virker å ha et noe bedre begrep om hva akselerasjon er sammenlignet med Pål. Hun sier at akselerasjon er «hvor mye farten endrer seg fra start til slutt». Nå kan jo akselerasjonen også variere mellom start og slutt, men hun beskriver nettopp gjennomsnittsakselasjonen. Pål derimot blander først begrepet med fart. Da han får se sin tidligere besvarelse skrives denne rett av. Ved utregning av svaret får han en negativ verdi som avslører at Pål har en misoppfatning om at da går det bakover, og blander med negative verdier innenfor fart: «hvis noe akselererer i minus tre, da går det jo bakover». Dette kan tyde på at Pål ikke helt klarer å skille mellom begrepene fart og akselerasjon. Det vil være en betydelig ulempe for forståelsen og Angell et al. (2011) peker på viktigheten av kvalitativ begrepsforståelse. Ida på sin side virker veldig klar på hva både fart og akselerasjon er, og virker å ha en noe bedre begrepsforståelse enn Pål.

5.1.2 Formelens komponenter

Både Ida og Pål gir uttrykk for at formlene som ble brukt i testen er memorert og ikke forstått, som presentert under 4.3.1. Ida trengte litt tid til å komme frem til formelen, mens Pål sier at det generelt er vanskelig å regne om han ikke får oppgitt noen formel. Pål sier også på spørsmål om hvorfor formelen virker, at «den er riktig når vi regner det ut så får vi

riktig svar, så bare bruker jeg den». Dette er dessverre veldig typisk for en del elever, slik Angell et al. (2011) sier, at elever kan gå rett på oppgaveløsning uten å se på helheten, altså sammenhengen mellom formel og fenomenologisk representasjon. Ida sier om formelen og utregningstrekanten at hun «tror den er ganske logisk», uten å kunne utdype hva komponentene svarer til. I følge Dolin (2002) må kunnskap om komponentene på plass før man kan si at man behersker den matematisk-symboliske representasjonsformen.

Et annet moment som kan tyde på at formelens komponenter ikke er forstått er at det nærmest konsekvent blir brukt gale enheter i svarene. Kanskje kan det tyde på at de ikke er bevisste på hvilke komponenter og tilhørende enheter som brukes i formlene slik Angell et al. (2011) har funnet, men det kan også være usikkerhet rundt algebrareglene (Tuminaro, 2004). Det at formler er memorert heller enn forstått, strider mot hva Holm (2002) mener er ønskelig. Det er å oppnå forståelse så man kan anvende rett aritmetiske prosedyre til rett tid, og vite hvorfor gjennom et resonnement.

Som Hestenes (1987) og Yndestad (2012) sier er det utbredt å gi elever likninger der elevene må finne passende formler. Holm (2002) advarer mot dette, da forståelse bør være sentral for all regning. Angell et al. (2012) påpeker også dette, men antyder at kvalitativ begrepsforståelse i fysikk kan utvikles som følge av regning og bruk av matematikk (Angell et al., 2011). Så Pål og Ida kan kanskje senere oppnå en høyere grad av forståelse ved å regne mer, selv om de ikke har full forståelse for formlenes komponenter på dette tidspunktet. Da kan de nærme seg det som er omtalt under *å regne i naturfag* i kapittel 1.1: å kunne vurdere valg av formler og vurdere gyldigheten av beregninger.

At formlene er memorert impliserer ikke nødvendigvis at informantene ikke vet hva formelens komponenter svarer til i den reelle situasjonen, da et problem for elevene kan være å overføre kompetansen mellom matematikk og fysikk (Yndestad, 2012). Det virker som de begge har en relativt lav grad av forståelse av formlenes komponenter, men at Ida har en noe høyere grad av forståelse enn Pål, da hun kan se sammenhenger med den reelle situasjonen i noe høyere grad. Dette på tross av at Pål har en bedre matematikkarakter (4/5) enn Ida (2/3), som strider mot hva Meltzer har funnet ut (referert i Nilsen et al., 2013). Det er likevel ikke dramatiske forskjeller. Det kan kanskje forklares med at vi finner dem innenfor samme kriteriegruppe: (1) feil enheter i svarene og (2) riktige antall i svarene.

5.1.3 Matematikkompetanse

På tross av ulike matematikkarakterer virker de begge relativt ukomfortable med manipulasjon av formler, algebra og matematikk generelt, som de også sier selv. Man kan altså si at ingen av dem er veldig sterke innenfor emner de trenger for å løse disse oppgavene, mer gjennomsnittlig og kanskje noe under. Noe av forklaringen på at Pål og Ida scorer relativt likt på testene selv om de har ulike matematikkarakterer kan også ligge her, da matematikkarakterene innebefatter mange andre, og i dette tilfellet mindre relevante, emner. Dette kan være en årsak til at oppgavene oppleves utfordrende, da matematikkunnskaper i følge Meltzer (referert i Nilsen et al., 2013) har en større betydning for læringsutbyttet enn forkunnskaper i fysikk. Et annet moment som taler for at Ida mestrer på samme nivå som Pål selv om hun har dårligere matematikkarakter, er at hun ser ut til å ha en noe bedre begrepsforståelse enn Pål, slik Angell et al. (2011) understreker viktigheten av.

Manipulasjon av formler, i tillegg til å kjenne igjen formelen basert på situasjonen, men også kunne assosiere en situasjon fra en formel, er altså et krav for å beherske representasjonsformen fullt ut ifølge Dolin (2002). Begge elevene viser liten grad av kompetanse når det gjelder manipulasjon og assosiasjoner, som Angell et al. (2011) viser til at det kan være et problem. Tuminaro (2004) sier det så generelt som at mange elever presterer dårlig på matematikkoppgaver i fysikk, noe Angell et al. (2011) understøtter.

Yndestad (2012) sier at ulike symboler i de to fagene kan skape forvirring og Tuminaro (2004) sier at å se at de samme reglene gjelder i begge fag kan være utfordrende. Om det samarbeides mer på tvers av fagene, og lærere påpeker likheter og forskjeller og refererer til hverandre, vil dette kanskje virke positivt, da matematikken blir mer generell (Holm, 2002). Hvis elevene behersker generelle symboler vil nok det tyde på en høyere grad av forståelse. En av utfordringene til Pål og Ida ligger nok her, da de begge later til å slite med å erstatte symboler med tall, og trenger en del veiledning. Eksempelvis Pål som vil blande inn x i den ene oppgaven, og Ida som uttrykker tvil om hva som er startfart og slutfart.

5.1.4 Transformasjoner

Å klare å se sammenhengen mellom flest mulig representasjonsformer for det samme fenomenet er i følge Dolin (2002) et tegn på høy grad av forståelse. Pål sier at han bruker oppgitte formler uten å se for seg situasjonen som løses, mens Ida ser for seg den reelle situasjonen noen ganger, men ikke systematisk. Pål benytter seg heller ikke av andre

representasjonsformer som hjelp, men det kan Ida noen ganger gjøre. Hun uttrykker at hun liker å se tilbake på en begrepsmessig representasjonsform hvis dette er en tidligere oppgave. Dette stemmer overens med det Angell et al. (2011) sier; at elever ofte regner uten å gjennomføre en kvalitativ analyse av problemet først, altså at de ser sammenheng mellom flere representasjonsformer. Ida dekker nok flere av transformasjonene i tabell 1 enn Pål. Likevel tyder mye på at begge elevene har en viss kjennskap til, og trening med, oppgaver der de skal hente ut informasjon fra oppgavetekster (fenomenologisk representasjon). De ser begge i hovedsak ut til å regne isolert fra den reelle situasjonen, selv om de ofte mestrer å hente ut informasjonen.

Kanskje kan denne tilsynelatende store avstanden mellom den matematisk-symbolske representasjonsformen og den fenomenologiske representasjonsformen forklares med at avstanden mellom det vi erfarer i praksis og generaliserte formler kan virke stor. Transformasjon på generell basis oppleves ofte utfordrende for elever (Dolin, 2002). Det virker som begge synes transformasjonen fra en fysisk eller beskrevet situasjon til matematisk form er utfordrende utover det å hente ut informasjon. Det er i tråd med det Angell et al. (2012) påpeker, at nettopp denne transformasjonen kan være utfordrende. Lærere erfarer også selv at elever opplever at matematikken er løsrevet fra det fysiske fenomenet (Angell et al., 2012), slik som hos Pål og Ida. Når de da skal regne kan de stå helt fast, slik som Ranøyen beskriver (2011).

5.2 Hva gjør at elever kan få riktig antall i svaret, men feil enhet?

Noe som kan vanskeliggjøre sammenhenger mellom antall og enheter av en fornuftig størrelsesorden er som Angell et al. (1992) sier, at de opererer med enheter de ikke kjenner igjen fra dagliglivet, f.eks. m/s i stedet for det mer dagligdagse km/t. Men hovedproblemet til Pål og Ida er at de svarer andre type enheter.

Pål sier at han regner ut i forhold til det oppgaven spør om, i tillegg til at han svarer at det er greit å vite hva slags enhet svaret skal ha. Når en ser på Pål's forklaring av begrepene kan vi anta at han ikke helt har kontroll på dem, og påfølgende begrepets enheter. For fart angir han to lengdeenheter (km, m) i tillegg til den ene korrekte for fart (m/s). Det virker problematisk for Pål å angi svar med riktig enhet, noen oppgaver tar han veiledning på, andre oppgaver forblir feil. Han prøvde også å svare uten enhet og ta for seg neste oppgave, noe som *kan*

være en indikasjon på at han er ukomfortabel og bevisst på svakheten, men som også kan være helt tilfeldig. Da han ble spurt forsøkte han seg først med to enheter på lengde før han ble veiledet til å oppgi svaret i m/s som er enhet på fart. Dette er det som nevnt tidligere forsket lite på, og matematikere overlater gjerne dette til fysikere, kjemikere og ingeniører (Bjørnstad et al., 2013; Freudenthal, 1973). Det at matematikerne ikke vektlegger dette betyr at elevene må få denne undervisningen i naturfag.

Det er særlig når akselerasjon kommer inn i bildet at enhetene konsekvent blir feil for dem begge, som vi ser ut av tabell 2. Da Ida skal løse en oppgave som spør etter tid, noe hun selv konstaterer før hun løser oppgaven, svarer hun først med m/s som enhet, men skifter deretter til m/s^2 . Ida er noen ganger på god vei til å anvende algebraregler på enheter, men hun stopper opp når hun oppdager at hun bruker minutter i stedet for sekunder, slik oppgaven etterspør (figur 7). Hun virker opptatt av at det skal være samsvar mellom sekunder både i svaret og i utregningen, og ikke minutter som er utgangspunktet. Hun sier at hun må bruke sekunder i enheten i svaret «siden det er det samme som der» og peker på enheten i oppgaven. Hun virker mer bevisst på dette området enn Pål, som gjerne slenger på enhetene mer eller mindre ubevisst i etterkant. Det kan selvfølgelig ha noe med begrepsforståelsen å gjøre, som nevnt i delkapittelet over.

Pål svarer uten enhet på mellomregningen, se figur 5. Videre bruker han et deletegn mellom antall og enhet for lengde og antall og enhet for fart, men skråstrek som deletegn mellom enhetene i den sammensatte enheten fart. I utregningstrekanten brukes derimot en slags brøkstrek. Kanskje kan disse tre ulike måtene å skrive deletegn på bidra til å opprettholde vanskeligheter med å behandle enhetene på samme måte som tall, men hver for seg.

Trenden at begge informantene ofte får riktige antall, men gale enheter kan altså tyde på at de ikke har god nok kompetanse i algebra, ikke behersker overføring av kompetanse fra matematikkfaget eller begge deler. En mulig forklaring er at de ser etter hva slags enheter de har brukt så langt i oppgaven og prøver å få til en miks, eller at slik som Ida kan tenke på hva oppgaven spør etter. Ingen av dem ser ut til å bruke algebraregler og behandle enhetene adskilt fra antallene i særlig stor grad, med de samme reglene som for antallene.

6. Sammenfatning

Selv om Pål er har en bedre matematikkarakter enn Ida, virker hun noe mer reflektert i forhold til oppgaven. Pål virker veldig opptatt av å regne og få riktig antall, mens Ida i større grad forsøker å svare på det oppgaven spør etter. Men på tross av noe ulikt kompetansegrunnlag og ulik fremgangsmåte havner de totalt sett ganske likt ut, der de begge i all hovedsak har riktige antall og feil enheter. Dette selvfølgelig på bakgrunn av at de er fra nettopp denne kriteriegruppen, men det er interessant å se at to elever med ulike forutsetninger og ulikt refleksjonsnivå likevel kan få et relativt likt resultat.

Så hvordan møter egentlig elever regneoppgaver i naturfag?

Vi ser at selv elever innenfor en relativt smal kriteriegruppe kan møte regneoppgaver i naturfag ganske forskjellig, men med en del likheter. En likhet er at elever kan møte regneoppgaver i naturfag løsrevet fra de fysiske fenomenene og uten en kobling til andre representasjonsformer. De har en lav grad av forståelse når det gjelder formlene som virker memorert og ikke forstått. Enhetene i svarene fremkommer ikke gjennom anvendelse av algebraregler. De prøver begge å svare i forhold til det oppgaven spør etter, men Ida virker mer opptatt av dette enn Pål. Likevel svarer de med enheter for noe annet enn hva oppgaven spør etter. Man kan se en tendens til at enhetene i svarene er en kombinasjon av enhetene brukt i utregningen, men ikke særlig systematisk. Kanskje er de usikre på definisjonene av begrepene og dets enheter, og ikke komfortable nok med dette. Særlig ser dette ut til å gjelde for Pål.

Studiens didaktiske implikasjoner

Denne studien antyder at man bør øke fokuset på regning som grunnleggende ferdighet i naturfag. Det er all grunn til å tro at det er en styrke for både naturfag og matematikk om de samarbeider, da gevinsten blir økt abstrahering (beherske hverandres/generell symbolbruk), mer fokus på veksling mellom representasjonsformer og en vektlegging av helhetlig forståelse. Derfor kunne det vært interessant å vite hvor utbredt det er med samarbeid på tvers av disse to fagene, da de henger svært tett sammen på enkelte områder.

Litteraturliste

Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2011). *Fysikkdidaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.

Angell, C., Haugan, J., & Isnes, A. (1992). *Fysikk i naturfaget: et fjernundervisningsopplegg med didaktisk refleksjon*. Bekkestua: NKI.

Angell, C., Henriksen, E. K., & Kind, P. M. (2012). FYS 21—et prosjekt om modellering og vitenskapelig arbeids-og tenkemåte i fysikkundervisningen. *Nordic Studies in Science Education*, 3(1), 86-92. Lokalisert på <https://www.journals.uio.no/index.php/nordina/article/viewFile/516/562>.

Atkins, L. & Wallace, S. (2012). *Qualitative Research in Education*. Los Angeles: SAGE.

Bjørnstad, Ø., Kongelf, T. R. & Myklebust, T. (2013). *Alfa – matematikk for grunnskolelærerutdanningene 1-7 og 5-10* (2. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.

Coffey, A. & Atkinson, P. (1996). *Making sense of qualitative data*. California: SAGE Publications, Inc.

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6. utg.). London: Routledge.

Dolin, J. (2002). *Fysikfaget i forandring* (Doktorgradsavhandling). Roskilde: Roskilde Universitets Center.

Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an Educational Task*. Dordrecht: D. Reidel.

Gilje, N. & Grimen, H. (1993). *Samfunnsvitenskapens forutsetninger*. Oslo: Universitetsforlaget.

Hestenes, D. (1987). Toward a modeling theory of physics instruction. *American Journal of Physics*, 55(5), 440-454. Lokalisert på <http://modeling.asu.edu/R%26E/ModelingThryPhysics.pdf>.

Holm, M. (2002). *Opplæring i matematikk: for elever med matematikkvansker og andre elever*. Oslo: Cappelen.

Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (4. utg.). Oslo: Abstrakt.

Kleven, T. A., Hjordemaal, F. & Tveit, K. (2011). *Innføring i pedagogisk forskningsmetode: En hjelp til kritisk tolkning og vurdering* (2. utg.). Oslo: Unipub.

Knain, E. & Kolstø, S. D. (2011). *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.

Mork, S. M. (2013). Revidert læreplan i naturfag – Økt fokus på grunnleggende ferdigheter og forskerspiren. *Nordic Studies in Science Education*, 9(2), 206-210.

Nilsen, T., Angell, C. & Grønmo, L. S. (2013). Mathematical competencies and the role of mathematics in physics education: A trend analysis of TIMSS Advanced 1995 and 2008. *Acta Didactica Norge*, 7(1), art.-6, 1-21.

Ranøyen, I. (2011). "Er det regning i naturfag, da?" *En studie om regningens plass i naturfag* (masteroppgave, NTNU). Lokalisert på <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:no:ntnu:diva-17338>.

Tuminaro, J. (2004). *A cognitive framework for analyzing and describing introductory students' use and understanding of mathematics in physics* (Doktorgradsbidrag, University of Maryland). Lokalisert på <http://hdl.handle.net/1903/1413>.

Utdanningsdirektoratet. (2013a). *Læreplan i matematikk fellesfag*. Lokalisert 23. januar 2014, på <http://www.udir.no/kl06/MAT1-04/Hele/>

Utdanningsdirektoratet. (2013b). *Læreplan i naturfag*. Lokalisert 18. januar 2014, på <http://www.udir.no/kl06/NAT1-03/Hele/>

Walford, G. (2001). *Doing Qualitative Educational Research*. London: Continuum.

Yndestad, H. H. (2012). *Modellus i fysikkundervisningen* (Masteroppgave, Universitet i Oslo). Lokalisert på <http://urn.nb.no/URN:NBN:no-31508>.

Vedlegg

Vedlegg 1: Intervjuguide

Du får en test som er ganske lik den vi hadde etter den fysikkøkta vi hadde, og jeg vil stille deg noen spørsmål underveis og etter du er ferdig med testen.

Jeg vil ta videoopptak av hele intervjuet på videokamera, og så fort jeg har oversatt dette til et tekstdokument vil jeg slette opptaket. Navnet ditt vil ikke komme noe sted, du vil bli anonym, og det er kun arket du skriver på og hånda di som vil bli filmet. Hvilken skole eller kommune du kommer fra vil heller ikke avsløres. Intervjuet vil nok ta mellom 15 og 30 min, men du kan avbryte når du vil hvis du ønsker det.

Husk å teste opptak med faktaspørsmål før overgang til introduksjonsspørsmål.

Regneoppgaver i fysikk	Hensikten med spørsmålene
<p>Først gi informanten en test, der spørsmålene kan komme underveis i tilpasset rekkefølge.</p>	
<p>1. a) Når du skal løse en regneoppgave i fysikk, hva gjør du? Har du noen strategi?</p> <p>b) Sorterer du informasjonen på noe vis før du regner? Setter du rett inn i formelen hvis denne er oppgitt?</p> <p>c) Tenker du over hva som kan være logiske svar og hvilken enhet svaret skal ha?</p>	<p>Har elevene forståelse av hva de regner på og med?</p> <p>Kontrollstrategi, bevisst på egen læring?</p>
<p>2. a) Hva synes du er lett ved regneoppgaver som dette?</p> <p>b) Hva synes du er vanskelig ved regneoppgaver som dette?</p>	<p>Hvilken innstilling, holdning og tidligere erfaringer har de til regneoppgaver i fysikk?</p>
<p>3. a) Ser du for deg situasjonen du regner på?</p>	<p>Er regningen isolert fra en</p>

<p>b) Tegner du situasjonen eller bruker andre måter for å hjelpe deg på hvis du står fast?</p>	<p>helhetlig forståelse?</p>
<p>4. a) Hvor kommer formlene vi bruker fra?</p> <p>b) Hvis de ikke er oppgitt i oppgavene, pugger du dem så du kan dem utenat da?</p> <p>c) Har du noen gang sluppet å pugge en formel fordi du vet hvorfor formelen er som den er, slik at du slipper å huske den?</p>	<p>Er formlene logiske? Hvor kommer de fra?</p>
<p>5. a) Reflekterer du over svaret du får, og hva slags enhet det har? (utdyp)</p> <p>b) Hvor får du enhetene (enhetene) dine fra?</p> <p>c) Tenker du om svaret du har fått virker rimelig, og stopper du opp underveis hvis du føler at du er på feil spor?</p>	<p>Hva slags forståelse har elevene av enhetene? Reflekterer elevene over om de får logiske antall/verdier? Er elevene bevisste på hva de regner på gjennom hele oppgaven?</p>
<p>6. a) Hva synes du om matematikk som fag?</p> <p>b) Hva synes du om algebra og brøkkregning?</p>	<p>Er det regnetekniske en utfordring i løsning av regneoppgaver i fysikk?</p>

Vedlegg 2: Intervju 1: Pål

Sindre: Da vet du, kan vi egentlig bare knekke i gang. Så kommer jeg kanskje til å prate til deg litt underveis og slik, og du kan bare spørre meg etter noe, men ikke stille spørsmål på en måte til prøva, men står du helt fast, må du selvsagt gjøre det.

Pål: Mm.

Lang pause.

Sindre: Jeg bare spør deg litt, jeg da. På oppgave 1, vet du hvilken enhet du måler fart i for eksempel?

Pål: Ehh.. kilometer, meter i sekundet, og ...

Sindre: Ja, skriv opp det så du har det der.

Pål: Ja.

Pause

Sindre: Og så veit du om noen formel, annet enn den trekanten, som vi bruker?

Pål: Jeg veit at det er en, men jeg husker'n ikke...

Sindre: Det er greit. Da tror jeg du kan få lov til å hoppe til oppgave 2.

Pål: Mhm.

Pause

Sindre: Ser du den her? (Pål har stått fast på oppgave 2 en stund, da han deler 9km på 20min og får 0,45, men ikke vet hvilken enhet han skal ha) (jeg viser frem hans forrige test som er tilsvarende, der han har gjort kilometer om til meter og minutter om til sekunder).

Sindre: Hva du gjorde for noe på den testen i timen? Som kan være greit å gjøre nå også?

Pål: Hmm...

Sindre: Gjøre om til

Pål: meter? Og sekunder?

Sindre: Hvorfor er det lurt å gjøre om til meter og sekunder?

Pål: Det er mer nøyaktig? ... Eller... mer riktig?

Sindre: For hvis jeg tar slik som her, da (viser til testen fra timen) hva slags enhet er det jeg havner opp med her?

Pål: Meter i sekundet

Sindre: Men hvis du ser her, da, hva slags enhet ender du opp med her? (peker på 0,45 som står uten enhet enda).

Pål: Meter... kilometer?

Sindre: Jeg ville gjort om til meter i sekundet, jeg, og fortsatt derfra.

Pål: (utfører regneoperasjonen uten problemer og føyer på enheten som oppgaven spør om, m/s) Skal jeg skrive som en svarsetning, eller?

Sindre: Nei, det trenger du ikke, det går bra.

Pål: (mumler) 3,6 kilometer... (skriver rett ut 3600 meter, deler på farten som allerede er oppgitt i m/s). Da blir det jo sekunder, da (får 400).

Sindre: Du kan bare skrive det, du, uten å regne om, altså.

Pål: (regner om til min) skal jeg skrive under, eller?

Sindre: Ja, det går fint. Mhm. Da kan du snu arket, du.

Pål: Hmm... akselerasjon... (skriver «akselerasjon er hvor fort noe beveger seg fra A til B»)
Nei. Det var det samme som fart, det.

Sindre: Vil du ha litt hint på veien, Pål?

Pål: Ja.

Sindre: Ehm, på sist test, svarte du det her (viser forrige test med samme spørsmål).

Pål: Ja.

Sindre: Men veit du hva vi måler akselerasjon i slags enhet, da?

Pål: Det er meter i sekundet.

Sindre: Skriv det opp.

Pause mens Pål skriver.

Pål: Vi minuserer startfart med slutfart...

Sindre: Mhm. Har du noen formel på det, da? Eller slik trekant?

Pål: Er det... startfart? Minus slutfart. Delt på... tid?

Sindre: Mhm? Da kan du hoppe til neste, du, Pål.

Pål: Ja

Pål: Minus 9? Minus 9 delt på tre. Minus 3? (skriver det ikke ned, men sukker og venter)

Sindre: Du fikk et svar nå. Som er minus 3.

Pål: Ja. (Har fortsatt ikke skrevet ned noe, selv om han fikk -3 på kalkulatoren)

Sindre: Eh, er du ikke fornøyd med svaret?

Pål: Nei, det høres ikke særlig realistisk ut.

Sindre: Nei? Hvorfor ikke da?

Pål: Fordi hvis noe akselerer i minus 3, da går det jo bakover.

Sindre: Jaha?

Pål: Ja.

Sindre: Hva tror du kan være galt, da?

Pål: Vet ikke, kanskje noe med de der? (peker på det som her er skrevet som startfart minus slutfart) At det blir 9 delt på 3? Da blir jo det 3.

Sindre: Men kanskje formelen du satte opp er... Er den riktig da, tror du?

Pål: Sikkert ikke.

Sindre: Nei det vet jeg ikke, men. Men du stusser i hvert fall på at du får minus 3?

Pål: Mm. (mumler) I løpet av 3 sekunder...

Sindre: Hva slags enhet er det du ender opp med her, da?

Pål: Negativ?

Sindre: Men jeg tenkte på, ender du opp med...

Pål: Ja, minus 3 sekunder.

Sindre: Kan ikke du bare skrive opp der, da, så kan vi tenke litt rundt det etterpå, så tar vi neste oppgave? Så kan vi gå tilbake til den og se på den?

Pål: Mhm. Neste?

Sindre: Ja

Lang pause

Sindre: Vil du ha litt hjelp på veien?

Pål: Ja.

Sindre: Ja. Da tar vi... skal vi se her, vet du. Her er formelen. Og så, eller den har jo du på en måte her. Men, hvis jeg gjør slik, da (legger frem formel der slutfart og startfart er plassert inn, ikke bare «fartsendring»). Så ser vi her, at du har gjort formelen nesten helt riktig, eneste at du har byttet om på de to (peker på slutfarten og startfarten), men nå vet vi jo de her (peker på slutfart-startfart), og vi vet den her (peker på akselerasjon), men det er den her som er ukjent (peker på tid). Klarer du å gjøre om på formelen da? Veit du hvordan du gjør det?

Pål: Flytt og bytt.

Sindre: Ja? Har du lyst til å prøve det, bare på formelen?

Pål: På den her? (peker på egen utregning).

Sindre: Hvis du tar på den her nå først? (peker på oppgave 6), så kan du skrive opp den formelen som jeg akkurat viste deg. Den her, så tar du flytt og bytt på den, så kan du regne med den.

Pål: Sånn? Skal jeg bare skrive A? (i stedet for akselerasjon)

Sindre: Ja.

Sindre: Og hvis du,- hva er det som er ukjent i denne oppgaven her nå da?

Pål: Hmm... hvor lenge akselerasjonen varer.

Sindre: Mm. Hvilke av disse her er det da? (peker på komponentene i formelen)

Pål: X ganger A. Eller?

Sindre: Kanskje du kan bruke flytt og bytt her da, eller?

Pål: Hmm, ja...

Sindre: Se her, Pål. Hvis jeg gjør slik (viser frem trekanten så han slipper å gjøre om formelen manuelt). Den trekanten der du regner ut.

Pål: Og det er..? (peker på FE i trekanten)

Sindre: Fartsendring.

Pål: Og akselerasjon og tid?

Sindre: Ja. Hvis du bare skriver opp den på venstre side på arket ditt, så kan du kanskje bruke den?

Pål: Fartsendring er 2, (mumler utydelig) tid. Hva er tiden da?

Sindre: Hvilke av disse er det du vet, da? Du vet akselerasjonen, den har du allerede satt inn.

Pål: Mm.

Sindre: Er det noe mer du vet? Av enten fartsendring eller tid?

Pål: Det går jo 2 meter i sekundet fortere. Det er jo det som er fartsendringen her.

Sindre: Mm. Kan du få fylt inn det noe sted, da?

Pål: Blir det ikke sånn da? Hm. Tid. Det står ikke noe om tid her.

Sindre: Hvis du leser oppgaven. Hva er det den spør etter.

Pål: Hvor lenge varte akselerasjonen.

Sindre: Hvor _lenge_ varte akselerasjonen?

Pål: Da er den den som er tida jeg skal finne ut, da. 2 meter per sekund i andre delt på 2 meter per sekund. Pause. Jeg skjønnte den ikke helt, jeg.

Sindre: Men det du sa nå, jeg tror du er inne på noe. Hvor har du fartsendringa di?

Pål: Der (peker på 2m/s/s).

Sindre: Mm? Den?

Pål: Nei, den (skifter til 2m/s).

Sindre: Hvordan er det du skal behandle den i forhold til akselerasjonen, da?

Pål: Altså, den skal jo stå under (peker på trekanten), nei over mener jeg.

Sindre: Mm, prøv å sett inn i den trekanten, da, kanskje du får et svar. Om svaret blir 0 eller 1 eller 2 eller 3 er det samme, det kan vi se på etterpå, om det virker logisk.

Pål: (skriver opp stykket riktig) Sånn? 2 dele på 2 er 1.

Sindre: Ja.

Pål: Men hva med den – den i andre da?

Sindre: Ja, hva med den da?

Pål: Blir det sånn, da? (skriver 1m/s^2) 1 meter per sekund i andre?

Sindre: Kanskje?

Pål: Sånn.

Sindre: Da er vi gjennom alle spørsmåla, sant. Da starter vi litt fra starten, også har jeg noen spørsmål til deg og slik her.

Pål: Mm.

Sindre: Bra. Greit. Når du skal løse en regneoppgave i fysikk. For dette er jo fortsatt naturfag, sant, men det er jo på en måte matte likevel også, sant.

Pål: Ja.

Sindre: Hva er det du gjør da? Har du noen strategi, slik som nå her, for eksempel? (peker på oppgave 5)

Pål: Når jeg skal på en måte...

Sindre: Når du skal løse denne regneoppgaven her. Når du leser det her.

Pål: Mhm.

Sindre: Har du noen – hva er det du tenker og gjør da?

Pål: Jeg tenker at jeg må bruke det jeg har lært, men matte er ikke mitt sterkeste fag.

Sindre: Nei, hva slags karakter er det du har i matte igjen?

Pål: 4.

Sindre: Men på den prøva vi hadde nå sist var det 4 til 5, var det det?

Pål: Ja, eller 5 minus.

Sindre: Mm, okei. Hvordan er det du tenker, du har jo noe informasjon her.

Pål: Mm.

Sindre: Hvordan bruker du den da, liksom? Ser du for deg situasjonen du skal regne på?
Eller.

Pål: Slik som her når det gjelder vei, fart, tid da, så bruker jeg den da (peker på vei, fart, tid-trekanten) og setter opp, slik som her får jeg spørsmål om fart, da tar jeg vei delt på tid (støtter seg på trekanten). Så må jeg gjøre om til meter i sekundet, og...

Sindre: Ja. Men hvor er det den trekanten kommer fra da?

Pål: Matte.

Sindre: Matte, ja?

Pål: Vi har jo et eget tema som heter vei, fart og tid, da.

Sindre: Ja. Synes du den er logisk, eller er det noe du har pugga på en måte?

Pål: Nei den har jeg, den sitter. Eller jeg ser den en gang også har du den.

Sindre: Ja, så du vet ikke hvorfor den er slik som den er og hvorfor den fungerer på en måte?

Pål: Nei.

Sindre: Nei, greit. Har du noen gang sluppet å pugge en formel fordi du synes den er logisk?

Pål: Jeg har egentlig ikke pugga noen slike formler, for egentlig når jeg ser dem i mattetimen og spør hvorfor er det sånn a, det bare er sånn, altså sånn er det, okei, og den er riktig når vi regner det ut så får vi riktig svar, så bare bruker jeg den.

Sindre: Ja. Så læreren bare sier at den er sånn?

Pål: Nei, hun sier ikke det, jeg husker ikke helt, men.

Sindre: Nei, greit. Hender det noen ganger at du ikke husker formelen på en måte, eller hva gjør du hvis du ikke husker formelen?

Pål: Det har ikke skjedd meg før egentlig.

Sindre: Nei.

Pål: Akkurat på den her med akselerasjon, så er det – for det har vi ikke lært før, så...

Sindre: Nei.

Pål: Sånn som vei, fart og tid er noe jeg har kunnet hele tiden.

Sindre: Ja.

Pål: Så det har egentlig ikke vært noe problem.

Sindre: For vi hadde jo litt om den med akselerasjon i timen sist. Og du hadde jo løst oppgaven på akselerasjon nå sist. Men slik som når du sto fast nå. Tenkte du på en måte – tenkte du på å sortere informasjonen på noen måte, eller tenke på situasjonen som.

Pål: Jeg prøvde egentlig å finne på forskjellige måter å regne det ut på, da.

Sindre: Ja?

Pål: Så jeg fikk til et relativt svar og slik.

Sindre: Mm. For du er litt opptatt av at svaret skal være logisk, eller?

Pål: Ja, for når det liksom står her 3600 meter delt på 9 meter i sekundet, og du hadde fått et svar sånn 2000, det skjønner jeg selv at ikke går.

Sindre: Mm. Og slik som i sta også, så reagerte du jo på den her (peker på oppgave 5). Da reagerte du på at du får minus 3. For du ville vel helst ha noe positivt egentlig?

Pål: Ja.

Sindre: Kan ikke du regne den her på nytt, når du vet formelen nå?

Pål: Okei. (regnepause) Da får jeg det svaret jeg hadde lyst på. 3.

Sindre: Ja. 3 hva da?

Pål: 3 sekunder.

Sindre: Ja. Jess, da er du fornøyd?

Pål: Mm.

Sindre: Skal vi se, det er en ting jeg tenkte over her. Den har vi svart på, den, den, den, jo! Når du skal løse slike regneoppgaver. Er det noe du synes er lett da? Som på en måte går greit, ikke sånn for å skryte av deg selv, men er det noe du tenker at dette her, dette er greit?

Pål: For eksempel omgjøring.

Sindre: Omgjøring av selve formelen?

Pål: Ikke formelen, altså, men sånn derre sekunder og meter og kilometer og sånn, over til meter og...

Sindre: Ja, fra på en måte kilometer til meter og fra minutter til sekunder?

Pål: Ja, og pluss og gange. Bare ikke for høye tall.

Sindre: Ja. Er det noe du synes er vanskelig ved slike oppgaver, da? Som du selv synes er vanskelig?

Pål: Ja, altså hvis jeg ikke har noe formel, eller ja, ikke har noe å regne etter, da.

Sindre: Ja.

Pål: Så blir det litt – da blir det vanskelig.

Sindre: Ja? Skjønner. Synes du det er greit å på en måte, altså slik som når du har skrevet inn tallene i formelen din her, da, synes du det er greit å gjøre selve regningen med tall?

Pål: Mm.

Sindre: For det virker det som du har god kontroll på.

Pål: Mm.

Sindre: Synes du det er greit å vite hva slags enhet du skal ha på slutten her, da?

Pål: Ja.

Sindre: Ja. Hm. Skal vi se. Når du på en måte har fått et svar, er du stort sett fornøyd da, eller tenker du liksom – bruker litt tid på å tenke ...

Pål: Jeg tenker på svaret hvis det ikke er logisk, så begynner jeg å regne ut og prøve på nytt.

Sindre: Ja.

Pål: Så jeg tenker på om det er riktig.

Sindre: Ja, for det gjorde du jo her (peker på oppgave 5). Det synes jeg er fornuftig. Hm. Hva var det jeg tenkte på. Jo! Tenker du over hva oppgaven spør etter, eller?

Pål: Ja, ja. Hvis den spør etter akselerasjon eller fart eller tid, så er det jo i forhold til det du må regne ut.

Sindre: Mm. Ja. Hvis det at du, eller dette svarte du egentlig litt på underveis, da, men hvis det at du synes svaret du har fått ikke er helt logisk, hva gjør du da? For det skjedde jo med deg i sted.

Pål: Ja, da prøver jeg å finne en annen metode å regne det ut på.

Sindre: Ja, og så var det jeg som avbrøt deg og sa at vi tar neste. Jess. Jeg har egentlig bare ett siste spørsmål, jeg, så er vi ferdige, Pål.

Pål: Mm.

Sindre: Hva synes du om algebra og brøkgregning?

Pål: Uff, algebra, det er et veldig irriterende tema, det er så mye a og x og b og ...

Sindre: Ja, skjønner.

Pål: Blir så surr i hodet.

Sindre: Brøkgregning, da?

Pål: Nei brøk er greit. For det er jo bare at hvis jeg har to forskjellige nevner å finne fellesnevner, det er lettere.

Sindre: Okei. Hm. Har jeg lov til å angre på siste spørsmålet mitt, eller? Får jeg lov til å stille et spørsmål til?

Pål: Jaja.

Sindre: Slik som her for eksempel (peker på oppgave 5) så regner du med meter i sekundet, deler på sekunder, synes du det er veldig greit at du havner ut med det du havner ut med her da? (sekunder) Eller bruker du noe tid på å tenke over hva svaret du får har slags enhet på slutten.

Pause

Sindre: Synes du det på en måte er vanskelig eller lett, eller?

Pål: Hvis jeg ikke har lært det synes jeg det er vanskelig, klart det er vanskelig da.

Sindre: Ja, skjønner. Da kan du stoppe opptaket, du Pål.

Vedlegg 3: Intervju 2: Ida

Sindre: Så da kan vi egentlig bare kjøre på, og så kan det hende at jeg spør deg underveis, men du kan egentlig bare kjøre på hvis jeg ikke gjør det.

Ida: Ja. Nå får jeg sånn derre (skjelver litt i stemmen)...

Sindre: Litt prestasjonsangst sikkert?

Ida: Ja, heh, ja...

Sindre: Men bare slapp av, for det er ... ja, jeg trenger jo ikke å sitte å se på at du skriver hvis du ikke vil det, for jeg må på en måte sitte og forberede meg på spørsmålene uansett.

Ida: Mhm.

Sindre: Så bare slapp av. Og du har også lov til å spørre underveis hvis du, ja...

Ida: Mm, hehe...

Pause

Sindre: Hvis du skal – du har sikkert hørt om ordet fart?

Ida: Ja.

Sindre: Ja. Hvis du hører ordet fart, hva er det du tenker på da?

Ida: Hvor fort noe går.

Sindre: Hvor fort noe går? Ja. Skriv det opp.

Sindre: Hvordan er det vi finner ut det, da?

Ida: Tar vei delt på tid.

Sindre: Ja. Skriv det, da. Nå er det jo plutselig – nå har du jo snart løst hele oppgaven! Du sitter jo her og vet det, du. Ehhh... Hvilken enhet bruker vi? Skjønner du det spørsmålet?

Ida: Nei, hehe.

Sindre: Nei, da tenker jeg på hva er det vi måler fart i, altså måler vi det i elefanter, eller måler vi det i ...

Ida: Kilometer i timen.

Sindre: Skriv det opp. Måler vi det i noe annet noen gang?

Ida: Vet ikke, jeg, er det noe med minutter og sekunder, eller...

Sindre: Ja, du er inne på noe.

Ida: Meter...

Sindre: Hvis du kikker litt ned på neste oppgave da?

Ida: Kilome – nei. Sekunder, meter, så altså sekunder... hehe, ja.

Sindre: Vi kan komme tilbake til den etterpå hvis du vil det.

Ida: Mhm.

Sindre: Har du noen formel for, altså du har jo skrevet det litt med ord, da, men har du noen formel for å regne ut fart?

Ida: Hmm...

Sindre: Du sa det jo til meg tidligere, og du har jo skrevet det der, men har du på en måte har du noen formel, eller slik trekant?

Ida: Mhm, skal jeg tegne den bare?

Sindre: Ja. Mhm. Eh, husker du formelen, på en måte? Den som ser ut som slik matematikkformel. Det der er jo på en måte det, men den er på en måte omskrevet litt, da.

Ida: Sånn fart er lik vei delt på tid?

Sindre: Ja. Hvor er det den der formelen kommer fra?

Ida: Vet ikke, hehe.

Sindre: Du har ikke peiling?

Ida: Nei.

Sindre: Eh, greit. Da kan du begynne på oppgave 2.

Ida: Mhm. Nå må jeg gjøre om til meter, det synes jeg er vanskelig, så da...

Sindre: Ja, men jeg kan hjelpe deg gjennom det, for hva er det du må gjøre om til meter, da?

Ida: Kilometer.

Sindre: Hvorfor må du gjøre om det til meter, da?

Ida: Fordi du skal måle det i meter.

Sindre: Ja, og så er det 9 kilometer, 1 kilometer, hvor mange meter er det, da?

Ida: 1000

Sindre: Ja.

Ida: Så da er det 9?

Sindre: Ja.

Ida: (skriver, men ler litt nervøst)

Sindre: Jeg synes du er inne på noe, jeg, Ida. Bare fullfør, du.

Ida: Hehe. Jeg tror det er sånn hvertfall.

Sindre: Mhm.

Ida: (regner ut $9000\text{m}/20\text{min} = 450\text{m}/\dots$) Men jeg skal jo ha sekunder.

Sindre: Bra observert.

Ida: Jeg husker ikke hvordan jeg regna ut det.

Sindre, Nei, men –

Ida: Jeg klarte det på prøva.

Sindre: Ja, eh, da kan jeg hjelpe deg litt på vei, 20 minutter.

Ida: Mhm.

Sindre: 1 minutt. Hvor mange sekunder er det i 1 minutt?

Ida: 60.

Sindre: Mm, og hvis du har tjue av dem, hvordan kan du finne ut hvor mange sekunder det blir da?

Ida: 60 ganger 20. (skriver $9000\text{m}/1200\text{s}$) Skal jeg skrive s eller sek?

Sindre: S. Eller, det spiller ingen rolle, men vi gjør det siden vi bruker det ellers, det går fint.

Ida: Ja. Riktig? (viser kalkulatoren)

Sindre: Ja, det vet ikke jeg, men... skriv det opp, du.

Ida: Hehe. (skriver $7,5\text{m/s}$)

Sindre: Vi skal prate litt rundt det etterpå, Ida, da kan jeg forklare litt mer.

Ida: Mhm.

Sindre: Eh, så kan du ta neste.

Pause

Ida: Skal jeg også gjøre det om til meter, da?

Sindre: Ja. Det synes jeg er lurt.

Ida: Ja.

Sindre: Men hvorfor er det egentlig lurt, da, vet du det?

Ida: Nei? Har det – vet ikke.

Sindre: Nei.

Ida: Jeg bare tenkte på siden det er samme som den der er det, så... (peker på enheten i oppgaven)

Sindre: Ja. Det synes jeg høres veldig fornuftig ut, jeg Ida. Eller riktig, da.

Ida: (skriver 3600m direkte) Men nå skal jeg jo måle tid, da, skal jeg ikke det?

Sindre: Mm.

Ida: Blir det vei og dele på fart, da?

Sindre: Hvorfor tror du det, da?

Ida: Jeg tenker på trekanten.

Sindre: Ja. Enig med deg.

Ida: Men skal jeg skrive opp igjen – eller skal jeg gjøre noe med den 9'ern der?

Sindre: Ja, eller, for nå sa du akkurat at det var vei delt på fart. Sant?

Ida: Mhm?

Sindre: Og farten din, hva er den da?

Ida: Den er 9 meter i...

Sindre: Mm? Så nå har du skrevet opp vei, og deletegnet, eller den brøkstreken, og så må du dele da på farten, og den er 9 meter i sekundet.

Ida: Så det er bare det? Jeg trenger ikke gjøre det om til noe?

Sindre: Nei, jeg tror ikke det?

Ida: Nei, hehe. (skriver $3600\text{m}/(9\text{m/s})=400\dots$) Men jeg vet ikke helt, jeg, hva er benevninga på den?

Sindre: Nei? Hva er det du synes er logisk, da, med tanke på at nå tar du – hvis du ser på oppgaven her, hva tror du at du skal ende ut med slags benevning, da da?

Ida: Timer, da... eller minutter, minutter.

Sindre: Minutter?

Ida: Jeg vet ikke, hehe.

Sindre: Nei, men hva er det oppgaven spør etter?

Ida: Hvor lang tid han bruker.

Sindre: Ja, så vi vet at det er tid vi skal måle.

Ida: Mm.

Sindre: Hva slags tidsbenevning er det vi har i oppgaven så langt? Eller hva slags benevninger har du i oppgaven så langt?

Ida: Meter?

Sindre: Og?

Ida: Sekunder.

Sindre: Ja, og hvis det er det vi regner med, hva ender vi ut med da tror du, da?

Ida: Sekunder?

Sindre: Det er ikke farlig for meg at du skal gjøre om til noe minutter eller noe som helst, altså.

Ida: Nei.

Sindre: Bra, da kan du ta neste side.

Pause

Sindre: Mm. Ehm, slik som her, hva måler vi akselerasjon i slags enhet, da?

Ida: Heh, vet ikke?

Sindre: Nei? Eh, vet du om noe formel for å finne ut akselerasjonen?

Ida: Den var slutfart og startfart og dele på noe tror jeg.

Sindre: Ja? Det tror jeg også. Vil du ha et hint?

Ida: Ja.

Sindre: Skal vi se. Hvis jeg gir deg den her først... (viser formel for utregning av akselerasjon) Er det nok, eller vil du ha litt mer hint?

Ida: Hmm...

Sindre: Jeg kan gi deg denne her (viser trekant for utregning av akselerasjon), som du var inne på.

Ida: Mhm.

Sindre: Da kan du jo bare skrive opp den så vi har den.

Ida: Begge eller den der? (peker på den siste)

Sindre: Det holder med den der.

Ida: (skriver opp (slutfart-startfart)/tid)

Sindre: Vet du hvor den – eller hva er det det der er for noe, da? (peker på formelen) For å være litt pirkete mattelærer?

Ida: Åja. (setter «Akselerasjon= \Rightarrow » foran)

Sindre: Ja. Bare forkort til aks eller noe hvis du vil det.

Ida: Jaja.

Sindre: Det går fint. Okei. Eh, greit. Synes du det er logisk hvor den der formelen kommer fra? Synes du på en måte at det er logisk at den er slik, eller er det noe du har pugget, eller?

Ida: Den er bare noe jeg har lært meg.

Sindre: Ja?

Ida: Ja, hehe.

Sindre: Så du aner ikke hvorfor den er slik, på en måte?

Ida: Nei.

Sindre: Nei. For det er jo ofte slik med store formler på en måte, da. Hmm, vi kan si oss fornøyde med den oppgave 4 så lenge, så beveger vi oss over på oppgave 5 og så videre?

Ida: Mhm.

Sindre: Og hvis du står fast har vi også den trekanten vi kan bruke til slutt også. Så da kan du bare begynne på 5'ern, du, Ida.

Ida: (skriver opp oppgaven med benevninger på en eksemplarisk måte, og skriver $så = 3$.)
Jeg vet ikke hva.

Sindre: Men du var ganske sikker på at det var 3?

Ida: Mm.

Sindre: Så på en måte, du synes det er veldig greit med å bruke tallene riktig?

Ida: Jepp, fordi jeg vet at 9 delt på 3 er 3.

Sindre: Ja, ikke sant. Eh, kan jeg bare spørre etter hva du ligger på i matte omtrent?

Ida: Nå så lå jeg på 2.

Sindre: Nå på sist prøve?

Ida: Nei, på karakterkortet.

Sindre: Okei. Men sist prøve, da? Den som jeg var med på å rette, da lå du da høyere?

Ida: Jo, da fikk jeg 3.

Sindre: Ja.

Ida: Er ikke så flink i matte for å si det sånn.

Sindre: Men det er jo greit, men synes du naturfag blir vanskelig når vi blander inn matte?

Ida: Ja.

Sindre: Ja. Ja, bra, det er jo en ærlig sak, det. Men synes du naturfag er morsomt ellers, da?

Ida: Ja.

Sindre: Ja. Matte da? Synes du det er morsomt, eller synes du det er kjedelig fordi ...

Ida: Jeg synes det er kjedelig når jeg ikke får det til.

Sindre: Ja.

Ida: Men når jeg får det til synes jeg det er morsomt, for da regner jeg så mye!

Sindre: Ja. Interessant. Kanskje, ja... Men det er jo bra det, da, at du når du får gløden, så regner du. Så bra. Eh, greit. Men du vet ikke hva, nei (peker på oppgaven). Hva spør oppgaven etter, da?

Ida: Akselerasjon.

Sindre: Ja. Og den benevningen, den var vi jo ikke helt klar over, den i oppgave 4 der. Men nå har vi meter i sekundet, og deler på sekunder

Ida: Mhm.

Sindre: Har du noen annen måte å skrive det på, da?

Ida: Vet ikke.

Sindre: Nei? Men det er i hvertfall – det er jo ikke noe elefanter eller noe annet inne i bildet her. Vi har meter og så har vi sekunder

Ida: Mm.

Sindre: Hvis du skulle tippe, da, hva ville du tippet, Ida?

Ida: Eh, sekunder sikkert... hehe.

Sindre: Ja? Bare skriv ned det du synes er mest sannsynlig, så sjekker vi på neste oppgave. Så kan vi gå tilbake til 5'ern. Eller så kan du la den stå åpen også går vi på 6'eren med en gang.

Pause.

Sindre: Er det noe informasjon her vi kan plassere noe sted her?

Ida: Vi har jo den 5 meter i sekundet og 8. Men jeg vet ikke, den er jo ikke. Om det kan være startfart og slutfart?

Sindre: Ja. Det ville jeg ha sagt. Så da vet vi den. Da kan du fylle inn det i formelen din.

Ida: (skriver inn $8\text{m/s} - 5\text{m/s}$)

Sindre: Mm. Hva mer er det vi vet, da?

Ida: At akselerasjonen er 2 meter i sekundet i andre.

Sindre: Ja. Det er bra. Men hvor kan vi fylle inn den da?

Ida: Jeg vet ikke helt.

Sindre: Hvis du ser på den, hvis du ser på oppgave 5 der, hvor er det akselerasjonen står der?

Ida: Det er jo ingen, det er jo...

Sindre: Men hvis du...

Ida: Der! (peker på akselerasjonen i oppgave 5)

Sindre: Ja, nettopp! Kanskje du kan fylle den inn samme stedet i den her, da. Eh, men så har vi en ukjent en her. Hvor er det den er, da?

Ida: Der (peker under der hun har skrevet slutfart – startfart). Hva gjør jeg da?

Sindre: Vi kan jo bare kalle den for ... - ja, hva er det oppgaven egentlig spør etter?

Ida: Hvor lenge akselerasjonen varte.

Sindre: Mm. Hva er det vi skal ha slags benevning da, da? Når vi spør etter hvor *lenge*?

Ida: Sekunder.

Sindre: Ja. Så da kan du jo bare skrive tid så lenge, da for eksempel. Og så. Som i likninger, da. Så må vi jo på en måte få det svaret vi lurer på, ikke sant, det skal jo stå alene på den ene siden. Hvordan er det vi får til det her, da?

Ida: Vet ikke, hehe.

Sindre: Nei, husker du «flytt-og-bytt» og så videre?

Ida: Nja...

Sindre: Vet du hva vi gjør for noe, vi gjør slik her (viser frem akselerasjonstrekanter). Kanskje det blir greiere da. Hvis du begynner på nytt under. Hvilken er det du lurer på her, da? (peker på trekanten)

Ida: Tid.

Sindre: Mm. Så da må du ta?

Ida: Dele.

Sindre: Ja? Dele hva da?

Ida: Dele de (peker på fartsendringen som fortsatt står som to ledd) med akselerasjonen. Men hvordan får jeg gjort det når de står sånn? (peker på samme sted).

Sindre: Da må vi regne ut den først.

Ida: (regner $8\text{ m/s} - 5\text{ m/s}$ og får 3...) Skal jeg ha sånn, da, eller? (peker på m/s).

Sindre: Ja. For hvis du regner med meter per sekund her, og så skal du ta bort noe som også er meter per sekund, så synes du det er logisk på en måte da, at du ender opp med noe som er meter per sekund?

Ida: Ja, jeg tror det.

Sindre: Ja, greit. Da har du fartsendringa di her (peker på utregningen av den), og så vet du akselerasjonen din, så da kan du regne ut i forhold til den trekanten. "

Ida: Skal jeg bare ta den her?

Sindre: Ja, bare ta den der du vil, du.

Ida: (Skriver $(3\text{ m/s})/(2\text{ m/s}^2)$) Men det blir jo – blir rart tall. (skriver 1,5 m/s).

Sindre: Mm.

Ida: Den trenger ikke å være med den der, da? (peker på eksponenten i nevneren (m/s^2)).

Sindre: Den, ja? Okei. Hm. Hva slags enhet var det du endte opp med i svaret ditt nå, da?

Ida: Jeg vet ikke om jeg skulle endt opp med den toeren eller ikke.

Sindre: I svaret her, den toeren der? (peker)

Ida: Mm.

Sindre: Nei, hva skal jeg si – hva var det oppgaven spurte etter?

Ida: Hvor lenge den varte.

Sindre: Mm. Og hva har du fått som svar nå, da?

Ida: 1,5 meter i sekundet.

Sindre: Ja. Synes du det høres greit ut, er det fornuftig?

Pause

Sindre: Nå høres det ut som jeg er skikkelig kritisk til deg her, altså, det er ikke slik jeg mener det, altså.

Ida: Nei, nei.

Sindre: Hvis du tar 3 og deler på 2, synes du det er fornuftig at du får 1,5?

Ida: Mm.

Sindre: Ja. Enig med deg. Hvis du har meter per sekund og deler på meter per sekund i andre, synes du det er greit at du får meter i sekundet da?

Ida: Hm, nei.

Sindre: Okei. Hva er det du synes du burde få da?

Ida: Jeg vet ikke, sikkert det samme som... i andre, eller?

Sindre: Du kan bare rette opp noe hvis du vil det.

Ida: (føyer på eksponent)

Sindre: Okei. Greit, jeg tror jeg er fornøyd, jeg, Ida. Eneste at jeg skal stille deg noen spørsmål og slik, da. Men eneste at på 5'ern din kan du jo slenge på den enheten du mener skal være der.

Ida: (føyer på m/s^2)

Sindre: Greit. Skal vi se, da kan vi gå tilbake til det arket her først. (legger frem første siden av testen) Skal vi se. Når du skal løse en regneoppgave i fysikk. Da ligner det jo veldig på matte, ikke sant. Hva gjør du da? Har du noen strategi liksom, når du begynner?

Ida: Nei.

Sindre: Nei? For slik som når du leser her. (peker på oppgave 2) Hva er det som gjør at du plutselig får til å regne det ut, da?

Ida: Vet ikke, sikkert at jeg har lært det og husker det og skjønner det.

Sindre: Ja? Hvordan visste du at du skulle dele akkurat den på den da? (peker på teller og nevner i stykket som er satt opp ut fra vei-fart-tid-trekanten)

Ida: Fordi den derre trekanten sa det.

Sindre: Ja, den trekanten, er den noe du har pugget?

Ida: Mhm.

Sindre: Ja. Skjønner du hvorfor den er som den er?

Ida: Nei, nei, egentlig ikke.

Sindre: Nei, tror du det er noen som har funnet den opp liksom, eller synes du det er logisk, eller, hvor tror du den kommer fra på en måte?

Ida: Tror den er ganske logisk.

Sindre: Ja, har du lyst til å prøve å forklare?

Ida: Hehe, jeg vet ikke.

Pause.

Sindre: Jeg skal ikke plage deg noe mer med den, Ida. Slik som her, sorterer du informasjonen din på noen måte før du begynner, eller synes du det er greiest å putte rett inn? Eller hva tenker du liksom rundt det?

Ida: På hvilken?

Sindre: Uansett hvilken oppgave det er egentlig.

Ida: Jeg vet ikke, det kan være begge deler tror jeg.

Sindre: Eh, ja, tenker du over den ordentlige situasjonen på en måte, det som står her, liksom ser du for deg en situasjon som er slik, eller bare regner du?

Ida: Noen ganger gjør jeg det.

Sindre: Er det noen spesielle ganger du gjør det, da?

Ida: Jeg vet ikke helt, det er kanskje noen ganger noen oppgaver så ser jeg for meg bilene og sånt, da.

Sindre: Ja, hva slags oppgaver er det da, er det vanskelige eller lette oppgaver, eller alle, eller?

Ida: Det bare kommer noen ganger. Samme om de er vanskelige eller lette.

Sindre: Ja, greit. Ehm. Når du får et svar. Samme hvilken oppgave. Tenker du over om det er logiske svar? Om det er svar som du synes høres fornuftige ut?

Ida: Ikke alltid tror jeg.

Sindre: Nei. Tenker du over hva slags enhet du har til slutt, om det er logiske enheter?

Ida: Jeg vet ikke helt, for jeg er alltid usikker på det. Hva det er til slutt, så. Det er litt vanskelig.

Sindre: Ja, tenker du noen gang på om det samsvarer med spørsmålet? Om hva oppgaven spør etter, og om du ender opp med det samme da?

Ida: Mm.

Sindre: Så det kan være en måte du sjekker det på? Men slik som når du regner det her (peker på oppgave 2) så tenker du ikke at du deler meter på sekunder, så får du meter per sekund? Eller hvordan er det?

Ida: Hm.

Sindre: Eller her så (peker på oppgave 3) har du meter delt på meter i sekundet, synes du det virker logisk?

Ida: Ja, fordi at oppgaven spør om det. Da skjønner jeg jo liksom at det skal være sekunder.

Sindre: Ja, greit. Hvis du skjønner underveis, at oi, det tallet her, nå er jeg skikkelig ute å kjøre. Hva gjør du da?

Ida: Starter på nytt.

Sindre: Greit. Ehm, under slike regneoppgaver som dette her, samme om det er den siden eller den andre siden. Synes du det er noe som er veldig greit og enkelt?

Ida: Jeg synes det kanskje er vanskelig i starten, men så skjønner jeg det etterpå.

Sindre: Men når du får gjort mange oppgaver på en måte, eller, når du kommer litt inn i det?

Ida: Ja, når jeg kommer litt inn i det ja.

Sindre: Eh, ja, hva er det du synes er det enkleste med slike oppgaver, da? Når det går greit?

Ida: Eh, jeg vet ikke. Jeg synes kanskje de der er enklere (peker på oppgavens første side om fart) enn de med akselerasjon kanskje.

Sindre: Ja. Hva er du synes er enkelt med disse her, da, hvis du klarer å sette noe ord på det?

Pause

Sindre: Synes du selve tallregninga går greit, eller synes du enhetene går bra, eller hvilke regler du må følge, eller?

Ida: Ja...

Sindre: Hvis du vil velge ut det som er enklest, hva vil du velge da?

Ida: Hm.

Sindre: Det er jo litt vanskelig spørsmål å svare på slik, da. Tenker du noen ganger over at oi, dette synes jeg er enkelt, eller oi, dette synes jeg er vanskelig?

Ida: Ja.

Sindre: Hva er det du tenker det om da?

Ida: Det er noen av oppgavene at jeg tenker er lette.

Sindre: Ja? Hvilken av dem da for eksempel?

Ida: Kanskje den øverste var den letteste?

Sindre: Ja?

Ida: Den der (peker på oppgave 2).

Sindre: Ja.

Ida: Men det er alltid vanskelig første oppgaven.

Sindre: Jeg har også et spørsmål som går på hva du synes er vanskelig med det, men synes du det er greit å sette ord på hva du synes er vanskelig med disse oppgavene, da?

Ida: Når vi må gjøre om.

Sindre: Når vi må gjøre om mellom meter og kilometer og slik, eller?

Ida: Ja.

Sindre: Ja. Ehm. Har det noen gang hendt at du har tegnet situasjoner? Hvis du står skikkelig fast, for å prøve å løse oppgaven?

Ida: Tror ikke det.

Sindre: Nei, det går bra. Hm. Hvis det er slike formler og slik. Må du pugge eller tenker du at denne formelen her, den slipper jeg å pugge, for den vet jeg hvor kommer fra? Eller hvorfor den er som den er?

Ida: Det er kanskje litt sånn, spørrs litt hvilken oppgave det er.

Sindre: Ja.

Ida: Og hva det er.

Sindre: Ja. Innenfor vei, fart og tid, da?

Ida: Da kan jeg den trekanten ganske godt, så da.

Sindre: Ja, greit. Hm. Matematikk, det sa du litt hvordan du synes var i stad, det er bra, skal vi se. Algebra og brøkgregning, synes du det er pyton, eller synes du det er helt ok, eller?

Ida: Det gjelder liksom, det er litt forskjell på hva det er egentlig, hva det er slags oppgave, da.

Sindre: Ja?

Ida: Brøk er jo noe jeg alltid synes har vært lett.

Sindre: Ja. Algebra da, med bokstaver og slike ting?

Ida: Jeg begynner å, jeg blir litt, noen ganger blir jeg litt sur.

Sindre: Jaha?

Ida: Blande masse bokstaver inn i matte, det er ikke, huff, hehe.

Sindre: Matte burde holde seg til tall liksom?

Ida: Ja!

Sindre: Greit, du er ikke den første som har sagt det, Ida. Ehm. Ja, jeg har igjen bare ett spørsmål, jeg, tror jeg, så er vi ferdige. Slik som her (peker på oppgave 3), da du svarte 400 sekunder. Hvorfor tror du sekunder? Hvor kommer det fra?

Ida: Vet ikke, sikkert fordi det står meter per sekund der, etter, på den farta der?

Sindre: Mhm? Men når det står meter per sekund på farta, hvorfor får du sekunder, og ikke meter per sekund da?

Ida: Ikke hvis ikke det er gjort om, sånn...

Sindre: Til meter per sekund?

Ida: Mhm?

Sindre: Ja? Eller slik som her, da. På den neste siden her, hvor er det du får meter per sekund i andre fra? (peker på oppgave 6)

Ida: Vet ikke.

Sindre: Nei? Greit. Okei. Synes du de oppgavene – ja nå ble det litt mer enn det ene spørsmålet jeg sa, da – men slik som oppgave 1 og 4, hva synes du om de, der du skal forklare, og ikke bare regne? Synes du det er greie oppgaver?

Ida: Egentlig ja.

Sindre: Liker du den type oppgaver?

Ida: Mhm.

Sindre: Ja. Liker du det bedre eller dårligere enn slike regneoppgaver?

Ida: Det er litt begge deler egentlig.

Sindre: Ja? Hva er det du synes er fint med slike oppgaver, da?

Ida: Da har jeg skrevet det ned på arket.

Sindre: Ja?

Ida: Også da kan jeg se tilbake på det, hvis jeg glemmer noe under oppgavene eller noe.

Sindre: Ja? Det synes jeg hørtes ut som en god taktikk, Ida. Det er en taktikk som jeg bruker selv også, for noen ganger, da.

Ida: Også gjør jeg det med tallinje, noen ganger når det er minustall.

Sindre: Det kan jo være veldig lurt. Men da må jeg si takk for hjelpa og intervjuet.

Vedlegg 4: Test 1: Pål

Test til intervju

Svar på alle spørsmålene. Om du er usikker skriver du det du tror eller løser oppgaven på alternative måter, som for eksempel å tegne en figur. Skriv rett på arket.

1. **Forklar med egne ord: hva er fart?** Skriv så mye som mulig. Stikkord: hvordan finner vi ut farten, hvilken enhet bruker vi, hvilken formel bruker vi og forklaring av formelen.

Fart er hvor fort noe beveger seg fra A til B.



km m/s m

2. **Regn ut:** Johanne sykler 9 km på 20 minutter. Hvilken fart har hun, målt i meter per sekund? Regn med enheter gjennom hele utregningen.

$$9 \text{ km} \div 20 \text{ min} = 0,45$$
$$9000 \text{ m} \div 1200 \text{ sek} = 8,5 \text{ m/s}$$

3. **Regn ut:** Jakob sykler med en fart på 9 m/s. Han skal sykle 3,6 kilometer. Hvor lang tid bruker han? Regn med enheter gjennom hele utregningen.

$$3600 \text{ m} \div 9 \text{ m/s} = 400$$

$$6,666 \approx 67 \text{ min}$$

4. Forklar med egne ord: hva er akselerasjon? Skriv så mye som mulig. Stikkord: hvordan finner vi ut akselerasjon, hvilken enhet bruker vi, hvilken formel vi bruker og forklaring av formelen.

Akselerasjon er hvor fort noen beveger seg ~~per~~ på en viss tid.

vi minuserer start fart med slutt fart og deler på hvor lang tid objektet brukte. m/s

$$\frac{\text{startfart} - \text{slutt fart}}{\text{tid}}$$

5. Regn ut: Julie starter å løpe, og akselererer fra 0 m/s til 9 m/s i løpet av 3 sekunder. Hva er akselerasjonen? Regn med enheter gjennom hele utregningen.

$$\frac{0 \text{ m/s} - 9 \text{ m/s}}{3 \text{ sek}} = -3 \text{ sek}$$

$$\frac{9 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{3 \text{ sek}} = 3 \text{ sek}$$

6. Regn ut: Herman sykler først rolig, og øker så farten fra 5 m/s til 8 m/s. Akselerasjonen er 2 m/s^2 . Hvor lenge varte akselerasjonen? Regn med enheter gjennom hele utregningen.



$$2 \text{ m/s}^2$$

$$2 \text{ m/s}$$

$$2 \text{ m/s} \div 2 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2$$

$$A = \frac{\text{slutt fart} - \text{start fart}}{\text{tid}}$$

Vedlegg 5: Test 2: Ida

Test til intervju

Svar på alle spørsmålene. Om du er usikker skriver du det du tror eller løser oppgaven på alternative måter, som for eksempel å tegne en figur. Skriv rett på arket.

1. **Forklar med egne ord: hva er fart?** Skriv så mye som mulig. Stikkord: hvordan finner vi ut farten, hvilken enhet bruker vi, hvilken formel bruker vi og forklaring av formelen.

Hvor fort noe går, vei dele på tid, km/t



$$\text{Fart} = \frac{\text{vei}}{\text{tid}}$$

2. **Regn ut:** Johanne sykler 9 km på 20 minutter. Hvilken fart har hun, målt i meter per sekund? Regn med enheter gjennom hele utregningen.

$$\frac{9000\text{m}}{20\text{min}} = 450\text{m/}$$

$$\frac{9000\text{m}}{1200\text{s}} = 7,5\text{m/s}$$

3. **Regn ut:** Jakob sykler med en fart på 9 m/s. Han skal sykle 3,6 kilometer. Hvor lang tid bruker han? Regn med enheter gjennom hele utregningen.

$$\frac{3600\text{m}}{9\text{m/s}} = 400\text{sek}$$

4. **Forklar med egne ord: hva er akselerasjon?** Skriv så mye som mulig. Stikkord: hvordan finner vi ut akselerasjon, hvilken enhet bruker vi, hvilken formel vi bruker og forklaring av formelen.

hvor mye farten endrer seg fra start til slutt

$$\text{Akselerasjon} = \frac{\text{Slutt fart} - \text{Start fart}}{\text{tid}}$$

5. **Regn ut:** Julie starter å løpe, og akselererer fra 0 m/s til 9 m/s i løpet av 3 sekunder. Hva er akselerasjonen? Regn med enheter gjennom hele utregningen.

$$\frac{9 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}^2$$

6. **Regn ut:** Herman sykler først rolig, og øker så farten fra 5 m/s til 8 m/s. Akselerasjonen er 2 m/s². Hvor lenge varte akselerasjonen? Regn med enheter gjennom hele utregningen.

$$\frac{8 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}}{\text{tid}} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$8 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s} = 3 \text{ m/s}$$

$$\frac{3 \text{ m/s}}{2 \text{ m/s}^2} = 1,5 \text{ s}$$