

# Gruppediskusjoner rundt en kraftplattform

En kvalitativ studie om bruk av språket for å avdekke og korrigere  
elevers misoppfatninger og alternative forestillinger i mekanikk.

**Vegard Aas Sjøvik**

Master i lærerutdanning med realfag

Oppgaven levert: Juni 2010

Hovedveileder: Berit Bungum, IFY

Biveileder(e): Hanne Mehli, MATH



## Sammendrag

Oppgaven tar for seg elevers gruppediskusjoner med utgangspunkt i en kraftplattform og en heis som arena. Jeg har utviklet og prøvd ut et undervisningsopplegg hvor elever bruker en elektronisk kraftplattform som gir brukeren en grafisk fremstilling av normalkraft i sanntid.

Undervisningsopplegget som prøves ut er laget for Fysikk 1 og dekker kompetansemål innen hovedområdet klassisk fysikk. Elevene gjør også bruk av muntlige og digitale ferdigheter, noen av de grunnleggende ferdighetene som også er en del av fagkompetansen i fysikk.

Opplegget er prøvd ut i en klasse i videregående skole, hvor elevene arbeider i gruppe á fem elever. De gjorde eksperimenter i en heis og diskuterte målingene de gjorde i sammenheng med det de opplevde på kroppen.

Resultatene er diskutert i lys av kjente forestillinger i mekanikk og kjente teorier om språkets betydning for læring.

Resultatene fra undersøkelsen viser at kraftplattformen har et godt potensial for undervisning i mekanikk fordi den kobler sammen ulike representasjonsformer i fysikk. Målingene presenteres i sanntid og elevene kan se teori og eksperimentelle resultater i sammenheng med egne opplevelser av fenomener med krefter og bevegelse.

## Forord

Oppgaven er skrevet som en avsluttende masteroppgave ved Lektorutdanningen i realfag. Jeg valgte å skrive en fagdidaktisk oppgave fordi jeg mener de pedagogiske aspektene ved læreryrket er vel så viktig, kanskje mer, enn de faglige. Oppgaven er skrevet i undervisningsåret 2009/2010 og har siden starten denne perioden utviklet seg svært mye både i form og innhold. Jeg har lært svært mye underveis og jeg føler at arbeidet med oppgaven også har bidratt vesentlig til min personlige utvikling fra student til en ferdig utdannet lærer.

Arbeidet med oppgaven har både gjort meg oppmerksom på flere viktige aspekter ved læreryrket og lærerens rolle som tilrettelegger for god undervisning i klasserommet og som veileder for elever, som stadig er i utvikling. Arbeidet har vært lærerikt og utfordrende og har lært meg mye om utviklingen av nye undervisningsopplegg, eksperimentering med nytt utstyr og å skrive vitenskapelige tekster.

Jeg vil rette en stor takk til mine veiledere Berit Bungum og Hanne Mehli, som har hjulpet meg svært mye i denne prosessen og som alltid var tilgjengelige og kunne hjelpe meg når jeg sto fast. Jeg ønsker spesielt å takke Berit, som holdt ut med meg til det siste og ga meg hjelpende kommentarer og innspill.

Til sist vil jeg takke alle vennene mine som har gjort studietiden i Trondheim til en fantastisk tid jeg aldri kommer til å glemme.

## Innholdsfortegnelse

<b>SAMMENDRAG</b>	<b>3</b>
<b>FORORD</b>	<b>4</b>
<b>INNHALDSFORTEGNELSE</b>	<b>5</b>
<b>1 - INNLEDNING</b>	<b>7</b>
<b>2 - PERSPEKTIVER PÅ LÆRING</b>	<b>10</b>
KONSTRUKTIVISME	10
SOSIALKONSTRUKTIVISME OG BETYDNINGEN AV SPRÅK	13
SPRÅK OG ALTERNATIVE FORESTILLINGER	15
<b>3 - KONSTRUKTIVISME OG SPRÅK I MEKANIKKUNDERVISNING</b>	<b>17</b>
PROGRESJON I UNDERVISNING	17
SPRÅK OG FYSIKK	18
MISOPPFATNINGER OG ALTERNATIVE FORESTILLINGER I MEKANIKK	23
<b>4 - METODE</b>	<b>35</b>
PRETEST	35
AKTIVITETER	38
UTSTYRET	39
GRUPPEDISKUSJON	40
PILOTUNDERSØKELSE	41
ANALYSE AV DATA	42
<b>5 - RESULTATER OG ANALYSE</b>	<b>43</b>
ELEVERS FORFORSTÅELSE	43
ELEVENES HYPOTESER OM KREFTER SOM VIRKER I HEISEN	48
ELEVERS DISKUSJONER OG FYSISKE TOLKNINGER	52
Å KOBLE TEORI TIL PRAKSIS	55
BEGREPER, VIRKEMIDLER I DISKUSJON	58
<b>6 - DISKUSJON</b>	<b>63</b>
HVA KAN KRAFTPLATTFORMEN BIDRA MED I MEKANIKKUNDERVISNINGEN?	63
BETYDNINGEN AV HEISEN SOM PRAKTISK KONTEKST	64
HVA KJENNETEGNER ELEVENES GRUPPEDISKUSJONER I DENNE KONTEKSTEN?	65
<b>7 - REFLEKSJONER OG ANBEFALINGER</b>	<b>69</b>
<b>8 - KONKLUSJON</b>	<b>73</b>
<b>VEDLEGG 1</b>	<b>76</b>
<b>VEDLEGG 2</b>	<b>80</b>



## 1 - Innledning

Denne oppgaven tar for seg bruk av gruppediskusjoner sammen med en elektronisk kraftplattform i fysikkundervisning i videregående skole. Opplegget som prøves ut tar utgangspunkt i elevers misoppfatninger og alternative forestillinger om krefter, bevegelse og gravitasjon i en heis.

Det ligger i menneskets natur å sortere inntrykk og erfaringer i et forsøk på å skape en gyldig oppfatning av den virkelige verden. Dette starter tidlig i oppveksten, særlig etter utviklingen av språket, og fortsetter livet ut (Sequeira & Leite, 1991). Vi baserer der vi lærer på sanseerfaringer, og ting vi ser og hører. For å kunne kombinere og sortere inntrykkene danner vi oss forskjellige konsepter, som hjelper oss å sortere all informasjonen vi absorberer hver dag. Med ordet konsepter mener jeg alt en elev knytter til et fenomen av assosiasjoner og begreper.

Fysikk er et fagfelt hvor kunnskap vi presenteres for ikke alltid stemmer overens med, eller kan knyttes til sanseerfaringer. Derfor oppfatter mange faget som abstrakt og virkelighetsfjernt. Mange elever opplever en konflikt mellom de ulike representasjonsformene man benytter i fysikkfaget (Angell & Bungum, 2010). Det kan være vanskelig å se sammenhenger med formler på en tavle og objekters bevegelse i virkeligheten, altså mellom den matematisk-symbolske og den fenomenologiske representasjon. Heller ikke eksperimentell representasjon, som for eksempel bruk av kuler og klosser på et skråplan, fungerer som en god kobling mellom klasserom og virkelighet (Angell, Henriksen, & Isnes, 2003). For mange forblir skolefysikken et abstrakt fag uten koblinger til det virkelige liv, og elevene klarer i liten grad å benytte det de lærer til noe praktisk (Barnes, 2008).

I følge en undersøkelse fra 2003, gjennomført av Angel et. al (2003), opplever elever i 2FY og 3FY at det er svært lite klasseroms- og gruppediskusjoner i undervisningen. Undersøkelsen viser også at dette er noe elevene ønsker mer av. Denne oppgaven tar for seg hvordan gruppediskusjoner fungerer, sammen med en kraftplattform, som et hjelpemiddel til undervisning i mekanikk. Jeg har utviklet og prøvd ut et undervisningsopplegg hvor en heis er arena for læring. Opplegget gjør bruk av kvalitative gruppediskusjoner som undervisningsmetode. I forbindelse med opplegget har jeg følgende problemstillinger.

- a) Hva kan en elektronisk kraftplattform bidra med i undervisning i mekanikk?
- b) Hva er betydningen av å bruke en heis som en praktisk kontekst?
- c) Hva kjennetegner elevenes gruppediskusjoner om i fysikk i denne praktiske konteksten?

Bruken av en heis som arena innebærer at elevene får mulighet til å oppleve noe de er vant med fra hverdagen, i en fysikkfaglig kontekst. De opplever normalkraft, at man kjennes lettere og tyngre ut, og har mulighet for å koble dette sammen med målingene de gjør underveis.

Opplegget bygger på kompetansemål i Fysikk 1, som sier at *Elevene skal kunne "identifisere kontaktkrefter og gravitasjonskrefter som virker på legemer, tegne kraftvektorer og bruke Newtons tre lover" og "bruke parameterframstilling til å beskrive rettlinjete bevegelse for en partikkel, og bruke derivasjon til å regne ut fart og akselerasjon når posisjonen er kjent, både med og uten digitale verktøy"* (Kunnskapsdepartementet & Utdanningsdirektoratet, 2006).

I tillegg skal elevene, som trening i grunnleggende ferdigheter i faget, *"få trening i å være kritiske til undersøkelser og påstander og samtidig få opplæring i å*



*argumentere for løsninger på fysikkfaglige problemstillinger*”. De får også trening i å bruke digitale hjelpemidler, som er en annen grunnleggende ferdighet elevene skal få trening i (Kunnskapsdepartementet & Utdanningsdirektoratet, 2006).

Arbeidet med oppgaven er basert på konstruktivistiske og sosiokulturelle syn på læring, hvor betydningen av å bruke språket i læringsprosessen står sentralt. Konstruktivisme som læringssyn i didaktikken har utviklet seg fra Piagets teorier om epistemologi - Hvordan kunnskap konstrueres hos hvert enkelt individ, med bakgrunn i individets *forkunnskaper*. Disse forkunnskapene, som ikke begrenser seg til faktaopplysninger, men heller hvordan individet organiserer kunnskap i et meningsfylt system, er vesentlig i konstruktivisme som læringssyn (Leach & Scott, 2003). Sosiokulturelle syn på læring baserer seg på Vygotskys teorier, hvor kultur, språk og sosial interaksjon mellom individer står i sentrum (Angell, 1996; Leach & Scott, 2003). Etter hvert skaper hvert individ en oppfatning av ulike konsepter, ved å sortere og kategorisere ord, begreper og mentale bilder som individet finner relevant for de ulike konseptene (Scott, Asoko, & Leach, 2007).

Både konstruktivisme og sosiokulturelle syn på læring ligger til grunn for utviklingen av undervisningsopplegget og analyse av resultater. Disse presenteres i kapittel 2.

Videre bygger oppgaven på bruk av språk i undervisning og ulike forestillinger elever har i mekanikk. Dette presenteres i kapittel 3.

I kapittel 4 redegjør jeg for metodene jeg har brukt i utviklingen og gjennomføringen av undervisningsopplegget. I kapittel 5 presenteres resultater og analyser av disse. Resultatene diskuteres opp mot problemstillingen i kapittel 6 og 7.

## 2 - Perspektiver på læring

*It ain't what you don't know that gets you into trouble.  
It's what you know for sure that just ain't so.*

- Mark Twain

Læringsteorier knyttet til naturvitenskaplige fag i dag, kan i hovedsak deles inn i to kategorier. Konstruktivisme og sosialkonstruktivisme. I dette kapittelet vil jeg presentere disse to læringsteoriene og knytte det opp mot misoppfatninger knyttet til krefter, bevegelse og gravitasjon.

### Konstruktivisme

Konstruktivisme som læringssyn har hatt stor innflytelse på naturfagdidaktikken i flere tiår og tar ofte utgangspunkt i Jean Piagets teorier. I et konstruktivistisk syn på læring sier man at læring skjer når man leser, hører eller opplever noe nytt, og systematisk tilpasser den nye informasjonen med den oppfatningen man har fra før (Hodson & Hodson, 1998). Piaget bruker begrepet *skjemaer* som omfatter de mentale, kognitive strukturene som hvert individ bygger opp basert på egen kunnskap og erfaringer, for å organisere sitt syn på verden, omgivelsene og selvoppfattelsen (Angell & Bungum, 2010; Leach & Scott, 2003; Woolfolk, 2004). Kunnskap overføres ikke uten videre fra læreren til eleven og i utgangspunktet kan læreren kun legge rammevilkårene til rette for at læring skal skje (Angell & Bungum, 2010). Enhver læringsprosess er en tilpassning av de eksisterende skjemaer opp mot ny kunnskap og det er eleven selv som må gjøre denne tilpassningen for å oppnå forståelse (Leach & Scott, 2003). Læring er derfor aldri passiv og for at kunnskap skal erverves må den gjennom en tilpassningsprosess i hodet hos hver enkelt elev. En prosess som er sterkt avhengig av elevenes erfaringsverden (Angell & Bungum, 2010; Mercer, Barnes, & Hodgkinson, 2008). Fordi alle elever har individuelle sett med erfaringer og fordi

man tolker inntrykk forskjellig, kan det oppstå ulike oppfatninger av en situasjon, selv om elevene opplever det samme. Slike oppfatninger omtales gjerne som elevers *forestillinger*. Hvis disse ikke samsvarer med den etablerte kunnskapen i naturfagene omtales de gjerne som alternative forestillinger og i noen tilfeller hverdagsforestillinger. I naturfagdidaktikken er det gjort mye forskning for å avdekke elevers forestillinger på ulike områder, for å kunne tilpasse undervisningen deretter.

For at elevens tankesett skal utvikles må den nye kunnskapen oppleves som et supplement til den gamle, slik at elevene oppfatter prosessen som ut utvikling av det de kan fra før (Hodson & Hodson, 1998). Fra teori om hvordan elever omstiller seg fra et rammeverk av idéer til et annet, er det flere ting som må være oppfylt:

- **Det nye stoffet må være forståelig** og bygge på eksisterende kunnskap. Er de nye ideene for vanskelige eller uforståelige kan det oppstå en aversjon mot det som blir presentert. Stoffet må derfor tilrettelegges for elevene med et språk de forstår og med modeller og eksempler som de kan identifisere seg med
- **Det må være plausibelt.** Stoffet må til en viss grad passe inn med noe elevene vet fra før. For å kunne lære det nye, må eleven ha kjennskap til det bakenforliggende stoffet, slik at det nye som presenteres ikke er i strid med, men heller bygger på den han vet fra før.
- **Stoffet må være fruktbart.** Eleven må kunne se at det nye han lærer tilfører ny og nyttig kunnskap. Det bør kunne forklare et problem, eller være til hjelp for å løse en oppgave.

(Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982; Scott, et al., 2007; Sjøberg, 2009)

I mange tilfeller krever en slik tilpasning radikale endringer i de mentale strukturene og i mange tilfeller går dette bra fordi elevene forstår at det nye de lærer er riktig og er villige til å tilpasse sine eksisterende skjemaer for å akkomodere det nye.

Derimot, hvis det nye elevene lærer strider med det de vet fra før oppstår det et problem. Hvis elevene har en misoppfatning om hvordan noe fungerer blir resultatet at byggesteinene i elevenes teoretiske reisverk ikke er kompatible med hverandre. Det oppstår en kognitiv konflikt som igjen kan føre til misforståelser og frustrasjon fordi de nye ideene strider med det gamle. (Baldy, 2007; Halloun & Hestenes, 1985b; Scott, et al., 2007). I en slik situasjon kan elevene velge å beholde den gamle kunnskapen og allikevel tro at de har lært det nye. Dette fører til et problem neste gang de skal lære noe om dette emnet.

En av de som har videreutviklet Piagets konstruktivistiske læringsteorier i en mer pedagogisk retning er David Ausubel som argumenterte for at det ikke nødvendigvis er elevens forkunnskaper, men også forestillingene de har om det som *skal* læres som har betydning for resultatet/utfallet av undervisningen. Se (Abell & Lederman, 2007). I likhet med at de opprinnelige mentale strukturene hos eleven, har også deres forestillinger om det de ikke har lært noe om mye å si, fordi det i stor grad styrer hva som ansees som betydningsfull informasjon om konseptet (Abell & Lederman, 2007). Elever kan ha vanskelig for å skille ut hva som er relevante egenskaper ved det de lærer og ofte er det irrelevant informasjon som lagres på grunn av unøyaktig ordbruk, eller et eksempel/demonstrasjon hvor formen, heller enn innholdet, blir vektlagt (Sequeira & Leite, 1991).

I kapittel 3 vil jeg blant annet beskrive noen velkjente misoppfatninger og alternative forestillinger, hvordan de kan oppstå og hva det har å si for undervisning i mekanikk. Jeg vil også presentere hvordan disse kan avdekkes og kategoriseres. Læring er som sagt en intern prosess og hva eleven vet kan ikke *korrigeres* uten at de selv erkjenner sine misoppfatninger. Jeg vil derfor fokusere

på hvordan man kan gjøre nettopp det, ved hjelp av diskusjoner og samtaler, i en meningsfull kontekst.

## Sosialkonstruktivisme og betydningen av språk

Teoriene basert på Piagets *mentale strukturer* og skjemaer for konseptforståelse utgjør som nevnt den éne hovedkategorien av rådende læringsteorier i dag. Den andre tar utgangspunkt i Vygotskys sosiokulturelle syn på læring, hvor språket og sosial interaksjon mellom individer står i sentrum (Benckert, Petterson, Aasa, Johansson, & Norman, 2005; Woolfolk, 2004).

I dette kapitlet vil jeg gjøre rede for sosialkonstruktivisme og, med utgangspunkt i dette læringssynet, argumentere for hvorfor jeg mener utviklingen av språk og diskusjoner bør bli gitt en større del i fysikkundervisningen enn den har i dag.

### Språkets funksjon i undervisning

Underliggende for sosialkonstruktivisme (eller et sosiokulturelt) syn på læring er Vygotskys teorier om at kunnskap hos individet skapes på et sosialt plan, via vekselvirkninger og dialog (Angel & Bungum 2010). Teoriene tar også for seg hvordan vi samhandler med kulturelle produkter, fysiske, som tekster og bilder, eller abstrakte tanker og ideer (Leach & Scott, 2003). Slike vekselvirkninger skjer ved at man utvikler et språk for kunnskapen og at den på den måten internaliseres, dvs. gjøres personlig hos hver enkelt.

Språket, og kunnskapen, kan senere benyttes og verifiseres i en sosial sammenheng, der en setter ord på det man vet, diskuterer og får tilbakemeldinger (Woolfolk, 2004). Når man deltar aktivt i en diskusjon vil også flere deler av hjernen *vekkes* fordi man må forsvare sitt standpunkt og argumentere for sine synspunkter. På den måten settes det i gang flere prosesser i

hjernen, som øker hjerneaktiviteten og man reflekterer mer over hva som blir sagt og ikke minst, hva man selv sier (Mercer, et al., 2008).

For å jobbe med forståelsen av et konsept er det viktig for elevene å få *prøvd ut* ideene sine. I fysikk er det i stor grad fokus på det skriftlige og matematiske representasjonsformer (Baldy, 2007). Testing av ideer går i stor grad ut på å anta hvilken formel man skal bruke, gjøre beregninger og sjekke om svaret er rett. Er det ikke riktig prøver man på nytt, med en annen antagelse (Baldy, 2007; Mercer, et al., 2008). For å hjelpe elevene med forståelsen bruker man ofte deskriptive representasjonsformer som figurer og diagrammer, men dette er også *stille tanker*, som ikke nødvendigvis aktiviserer elevene tilstrekkelig. Den mest effektive måten man systematiserer og tester ut ideer på er gjennom samtaler og dialog (Barnes, 2008). Da er elevene aktivt deltagende og det er større sjanse for at eleven lærer det som blir diskutert, enten han snakker selv, eller lytter til en *motpart* (Benckert, et al., 2005).

## Språk og alternative forestillinger

Hodson og Hodson (1998) beskriver internaliseringsprosessen på denne måten

*"Vygotsky's term for the process by which the social becomes the psychological is internalization. It is a process in which language plays a key role. As a tool, language creates the possibility of thought, organizes the thinking processes, and both reflects and shapes the human society in which it is used."*

(Hodson & Hodson, 1998, p. 36)

Måten vi strukturerer informasjon styres i stor grad av språket i samfunnet og er i sin tur med på å farge samfunnet. Det er med andre ord mye mer som spiller inn på hvordan en elev oppfatter ny informasjon, enn bare presentasjonsform og ordvalg. Alle har ulike oppfatninger av begrep, ord og uttrykk. Det er i hovedsak denotasjoner og konnotasjoner som styres av kulturen, samfunnet og språket. Assosiasjoner vi har til et ord kan være mer individuelt og er basert på våre egne erfaringer og tilknytning til bruken av ordet (Selfors, 2000). Når vi konstruerer konsepter og bygger opp våre egne mentale strukturer setter vi de sammen med bruk av disse ordene, i et system som gir mening ut i fra vår forståelse. Kunnskap erverves når elevene opparbeider et språk for det de lærer, enten det er utvidelse av et konsept, eller noe helt nytt. Når hjernen sorterer informasjon og inntrykk vil den alltid strukturere disse på en måte som gjør at våre sanseerfaringer virker meningsfulle (Angell & Bungum, 2010).

*"The process of eliciting clarification and construction of new ideas takes place internally, within the learner's own head. This occurs whenever any successful learning takes place and is independent of the form of instruction"*

(Hodson & Hodson, 1998, p. 33)

Når vi blir eldre kan ordene vi benytter for å bygge opp konseptet forandre seg, uten at vi tenker over det, fordi vi lærer oss flere ord og nye betydninger av dem (Barnes, 2008). Inntil man oppnår en helhetlig forståelse, av for eksempel

mekanikk, vil det bestå av flere ulike konsepter som i større og mindre grad går om hverandre. Som vi ser av forskjellige undersøkelser som er blitt gjort på området har elever ofte flere, inkonsistente oppfatninger knyttet til krefter og gravitasjon (Baldy, 2007; Hestenes, et al., 1992; Palmer, 2001).

I denne oppgaven vil jeg skille mellom misoppfatninger og alternative forestillinger/oppfatninger. En misoppfatning vil si at en elev har fått undervisning om et tema, men misforstått noe underveis, slik at han sitter igjen med kunnskap som han selv tror er rett, men som er feil (Sjøberg, 2009). En alternativ forestilling oppstår når eleven skaper sin egen forklaring på et problem, basert på sanseopplevelser og intuitiv forståelse.

I litteratur om dette emnet brukes ofte uttrykket *common-sense belief systemes* for å betegne oppfatninger som kan oppstå ut i fra erfaringer i hverdagen (Clement, 1982). På norsk brukes ofte ordet hverdagsforestillinger (Sjøberg, 2009), men jeg prøver å unngå å bruke det ordet, da vår assosiasjon til noe som er *hverdagslig* i mange tilfeller er *"tilstrekkelig i dette tilfellet"*. Slike *common-sense belief systemes* er ofte ikke forenlige med Newtons klassiske mekanikk (Hestenes, et al., 1992) og bør etter min mening ikke vurderes som *tilstrekkelig* i en vitenskapelig sammenheng.



### 3 - Konstruktivisme og språk i mekanikkundervisning

#### Progresjon i undervisning

Undervisning i naturvitenskaplige fag er i stor grad lagt opp på en måte som gir elevene et innblikk i forskjellige konsepter som skal gi dem en bedre forståelse av verden omkring seg (Sequeira & Leite, 1991). Læreplaner og lærebøker strukturerer og samler i hovedsak disse konseptene i bolker, kapitler, og det er lagt opp til at elevene får en grundigere opplæring i disse konseptene etter hvert som de kommer opp i høyere årstrinn (Sequeira & Leite, 1991; Sjøberg, 2009). Andre og mer avanserte konsepter derimot, undervises ikke før de har tilstrekkelig kunnskap om flere grunnleggende konsepter, som til sammen utgjør en basis for det nye konseptet. For eksempel lærer vi tidlig å jobbe med vei/fart/tid og noe senere lærer vi også å regne med akselerasjon. Dette utgjør en basis for mekanikken man lærer i videregående, hvor man begynner å jobbe med grunnleggende konsepter omkring bevegelse på nytt og utvider senere konseptet til å innbefatte hvordan objekter endrer hastighet seg med når det blir utsatt for forskjellige krefter.

Dette er eksempler på hvordan man bygger opp kunnskap i forskjellige stadier. Piaget mente vår tenkning på hvert stadium bygger på å inkorporere tidligere stadier, og la kunnskapen bli stadig mer organisert og anvendelig, og mindre bundet til konkrete hendelser (Woolfolk, 2004).

Senere, hvis man velger å studere fysikk, utvider man konseptet med krefter, til å innebefatte energi, impuls og bevegelsesmengde. Hvis eleven klarer å se sammenhenger mellom alt dette i et logisk skjema vil han ha et overblikk over hvordan alt mekanisk fungerer og kan bruke dette i hverdagen. – Ikke bare til å løse oppgaver på skolen.

I 1985 gjennomførte Halloun og Hestenes en omfattende undersøkelse hvor de gjennomførte en pretest av studenter som begynte på universitet og studerte fysikk. Testen tok for seg studentenes forkunnskaper i mekanikk fant ut at de som gjorde det dårligst på denne testen sto i fare for å mistolke nesten alt de ser og hører i fysikkundervisningen (Halloun & Hestenes, 1985b). Dette tyder på at basiskunnskapene er på plass før man utvikler sitt mekanikk-begrep på et mer avansert nivå. Hvis man ikke har dette på plass vil undervisningsperiodene preges av kognitive konflikter hvor mye føles galt og det skal virke nytt, spennende og oppklarende oppleves som forvirrende og meningsløst.

Senere utviklet (Hestenes, et al.) en undersøkelse de kalte "Force concept inventory", en multipel-choice-test som undersøker om elevs konseptuelle forståelse av mekanikken i et problem. Dette tar jeg opp senere i dette kapitlet

## Språk og fysikk

Et problem med språkbruken i fysikksammenheng er at det er stor toleranse for forenklinger, tvetydighet og inkonsistente forklaringer, når et fenomen skal forklares for ikke-fysikere. Mange rynker automatisk på nesa når fysikkbegreper blir brukt, så disse ofte utelatt til fordel for uklare og tvetydige ord og begreper. På grunn av denne forenklingen kan hverdagslige forklaringene føre til at det utvikler seg oppfatninger som ikke stemmer med virkeligheten, men som allikevel høres plausible ut. Dette er forklaringer elever tar med seg inn i fysikktimene og som kan skape problemer når de skal lære om temaet. For eksempel: "akebrettet stopper opp på sletta, fordi det mister farten". Fart er altså noe som opparbeides når akebrettet sklir nedover bakken, og som blir brukt opp etter hvert som det sklir utover sletta. Det riktige er jo selvfølgelig at akebrettet etter hvert mister både den potensielle energien (som det har på toppen av bakken) og den **mekaniske energien**, pga friksjon. Dette synet på fart og krefter

kan gjøre det svært vanskelig å forstå Newtons lover og lovene om energibevaring. Dette er et eksempel på at unøyaktigheter i språket vårt og ordbruk har bidratt til å gjøre forståelsen av et fenomen vanskeligere.

### Bruk av språk i fysikkundervisning

Både i den generelle – og den fagspesifikke – delen av læreplanen er muntlig aktivitet gitt en viktig rolle. En av de grunnleggende ferdighetene elevene skal utvikle ved å studere fysikk, er å kunne kommunisere den ervervede kunnskapen (Kunnskapsdepartementet & Utdanningsdirektoratet, 2006).

*”Å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig i fysikk innebærer å beskrive egne observasjoner og erfaringer fra naturen, eksperimenter, ekskursjoner og informasjon i medier. Å formulere spørsmål og hypoteser og å bruke fysikkfaglige begreper og uttrykksformer inngår i dette. Det betyr å argumentere for egne vurderinger, gi tilbakemeldinger og presentere resultater. Det vil si å beherske et presist og entydig språk, blant annet å skille mellom dagliglivets bruk av begreper og fysikkens bruk av de samme begrepene.”*

(Kunnskapsdepartementet & Utdanningsdirektoratet, 2006)

Videre står det at

*”Programfaget skal bidra til å øve opp kritisk holdning til undersøkelser og påstander og gi trening i å argumentere for løsninger på fysikkfaglige problemstillinger.”* Og *”Samtidig skal opplæringen legge vekt på de allmenndannende sidene ved fysikkfaget.”*

(Kunnskapsdepartementet & Utdanningsdirektoratet, 2006)

Som man ser ligger det i de politiske føringene skal fysikkfaget også skal være et ledd i å vise demokratiaspektet ved naturvitenskapen. Debatter i klasserommet kan gi elevene trening i å argumentere for sine synspunkter på en objektiv måte,

spesielt når det er snakk om etiske problemstillinger. Å utvikle muntlige ferdigheter til bruk i en faglig sammenheng er en viktig del av allmennutdannelsen og er med på å utvikle elevenes evne til demokratisk deltagelse (Kolstø, 2008; Kunnskapsdepartementet & Utdanningsdirektoratet, 2006; Mercer, et al., 2008; Sjøberg, 2009).

Læreren er gitt en viktig rolle i denne sammenhengen, som veileder for elevene mot et høyere nivå av konseptuell forståelse gjennom dialog og interaksjon. Bruner sier *“One of the most crucial ways in which a culture provides aid in intellectual growth is through a dialogue between the more experienced and the less experienced”* (Hodson & Hodson, 1998). I en læringssituasjon skal ikke læreren bare opptre som, men også være *eksperten* og hjelpe elevene på vei, slik at de selv får erfare og oppleve. Ved å kommentere og stille spørsmål som setter i gang tankeaktivitet kan elevene utvikle sin kunnskap og etter hvert bli mer og mer selvstendig. Målet er at det eleven trenger hjelp til *i dag* skal han klare alene *i morgen* (Hodson & Hodson, 1998).

Douglas Barnes skriver i forordet til *Exploring talk in School*:

*“The communication system that a teacher sets up in a lesson shapes the roles that the pupils can play, and goes some distance in determining the kinds of learning that they engage in.*

*(...) It is also necessary to manage social relations in the class room, and failure in this latter respect will endanger any progress in learning. The management of these two responsibilities - which can at times seem almost to be in conflict - is central to the skill of teaching.”*

– Douglas Barnes (Barnes, 2008, p. 2)

I klasserom, og spesielt i fysikklasserommene, utvikler det seg ofte en holdning hvor alt man gjør skal være riktig. Elever kan fort bli redde for å svare feil og for å stille spørsmål, fordi de er redde for å dumme seg ut. Klasserommet er også en sosial arena med egne sosiale strukturer, som alle er klar over, selv om de ikke er

bestemt på noen måte. Mange elever føler dette som et press og gjør at de ikke tør å si det de mener (Barnes, 2008). En lærer kan ikke oppheve disse sosiale strukturene, men han kan jobbe for å skape og opprettholde et klassemiljø der ingen spørsmål er for rare, eller for dumme og hvor læring kan foregå på en god måte (Barnes, 2008).

### Gruppediskusjoner i fysikk

Diskusjoner i mindre grupper kan være et godt alternativ til åpne klasseromsdiskusjoner, fordi den reduserer det sosiale presset noen elever føler i store grupper (Benckert, et al., 2005). Heller og Hollabaugh (1992) gjennomførte en undersøkelse, der de fant ut at samtlige(!) elever i en gruppe forbedret sine problemløsningsevner etter utstrakt bruk av gruppediskusjoner. Elevene ble vant til å jobbe i team, med tre personer på hver gruppe, hvor hver elev hadde sin rolle de måtte følge. Rollene var *Leder*, *Sekretær* og *Kritisk røst*. Denne strenge bruken av roller førte til at også de blyge og sjenerte deltok aktivt, samtidig som de sterke elevene måtte forholde seg til rollen, og samarbeide med de andre (Heller & Hollabaugh, 1992). En annen studie, på universitetsnivå, viser at det også gir gode resultater her, men at flere studenter påpeker at det går bort for mye tid til prat. Andre derimot synes det fremdeles fungerer bra og at *"Gruppdiskussionerna är jättebra. Man lär sig massor, dels genom att förklara för andra, dels genom att någon annan förklarar för mig"* (Benckert, et al., 2005, p. 2). I følge en undersøkelse Barnes (2008) refererer til er diskusjoner i små grupper også velegnet for å øke forståelsen og til å avdekke og korrigere misoppfatninger.

Gruppediskusjoner har også vist seg å være svært nyttig for jenter, som ofte er i mindretall i fysikktimene og som sliter med å komme til orde (Benckert, et al., 2005). Angell et al. henviser til en undersøkelse som viser at jenter i mye større grad enn gutter stiller krav til forståelse av fagstoffet. Mange jenter har også en

større evne til å undre seg og grunne over ting, i motsetning til gutter, som ofte kun ønsker å finne det riktige svaret, for deretter å gå videre til neste oppgave (Angell, et al., 2003; Benckert, et al., 2005).

### **Språk/diskusjon og samfunn**

På et overordnet nivå er ikke språket bare en måte å kommunisere på. Språket har gjort det mulig for mennesker å komme dit vi er i dag og utviklingen av et godt språk er med på å utvikle vårt intellekt (Mercer, et al., 2008). Språket er også en del av den naturvitenskapelige metode og er med på å opprettholde fagets forbindelse med samfunnet. Naturvitenskapen utvikler seg stadig og er ofte offer for kritikk og diskusjon. Ved at samfunnet involverer seg i forskningsspørsmål og problemstillinger kan flere deler av saken bli belyst og forskerne kan få nye vinklinger på sine problemstillinger, som igjen kan gjøre forskningen mer samfunnsnyttig (Sjøberg, 2009).

Debattforum og diskusjoner noe man kan *gjenskape* i et klasserom hvor elevgruppen ofte er heterogen og det er mange rådene meninger. Dette kan være nyttig både for elever og lærere – Elevene, fordi det som nevnt kan bidra til å øke dere tankevirksomhet og dere kognitive begrepsapparat, og læreren, fordi han får mulighet til å forstå hvordan elevene ser på teamet og han kan tilrettelegge undervisningen på en måte som er tilpasset gruppen. Dette momentet er også vektlagt i læreplanen for Kunnskapsløftet, hvor det blant annet står:

*"[Programfaget fysikk skal] gi grunnlag for å bruke fagkunnskap i ulike sammenhenger, fra praktiske situasjoner i hverdagen til avgjørelser som påvirker samfunnsliv, natur og miljø."...*

*"I tillegg skal programfaget gi innsikt i at fysikk er en del av kulturarven, og at faget må ses i et historisk perspektiv."*

(Kunnskapsdepartementet & Utdanningsdirektoratet, 2006)

## Misoppfatninger og alternative forestillinger i mekanikk

Vygotskys sosiale konstruktivisme baserer seg på at individer hele tiden blir stimulert av sosial samhandling og aktivitet. Individet tilpasser hele tiden sin kunnskap til den kulturen det vokser opp i, ikke bare lærere og skolebøker (Woolfolk, 2004). Det er derfor lett at unge elever plukker opp ideer om krefter og gravitasjon, som er direkte feil. En elev kan utvikle en alternativ forestilling basert på en erfaring han gjør, hvor omstendighetene og skjulte faktorer man ikke tar med i betraktningen, fører til en gal oppfatning av situasjonen. Det kan for eksempel være en tegnefilm hvor krefter og gravitasjon i dette tilfellet kan virke på helt andre måter enn hva som er vitenskapelig riktig. Eller det kan være at elevene selv forestiller seg noe, ut i fra sin egen fantasi, som virker riktig for dem.

### Vanlige forestillinger

Når vi er unge opplever vi at ting som har en bevegelse bremses opp av seg selv og stanser etter en viss tid. Dette kan gi en oppfatning av at det er naturlig for alle ting være i ro, eller å falle mot bakken og bli der. Dette, og en rekke andre "common sense beliefs" er svært likt det som først ble beskrevet av Aristoteles (År 384-322 f.Kr). Et Aristotelisk syn ofte den første vitenskaplige oppfatningene barn utvikler (Halloun & Hestenes, 1985a). Eksempler på et aristotelisk syn er at *objekter som dyttes får en bevegelse i den retningen de dyttes sist*, eller at *hvert element har sin naturlige plass og vil falle tilbake, uten ytre påvirkning, til det stedet der de hører hjemme. Jord synker i vann, regn faller til jorden og luftbobler stiger oppover i vann* (Clement, 1982). Dette er noe vi ser og opplever hver dag fra vi er små Når vi går på skolen for å lære om verden omkring oss, baserer vi dette på erfaringene vi har gjort og forener dette med ny kunnskap. I denne fasen kan misoppfatninger oppstå dersom for mye tolkning blir overlatt til elevene. Barn

har en svært livlig fantasi og sammen med inntrykk fra TV og film, kan det lett oppstå forestillinger som ikke har rot i virkeligheten.

Når inntrykk og sanseerfaringer ikke lenger stemmer overens med det vi lærer, blir det straks vanskelig å godta ny informasjon. Det er nå misoppfatningene kommer til overflaten.

Mange forestillinger kan også være vanskelig å forklare, fordi de er sammensatt av flere konsepter og elevene som har disse forestillingene er gjerne inkonsekvente i bruken av dem. For eksempel forestillingen om at krefter, også gravitasjon, virker i objektets bevegelsesretning. Dette strider med vitenskapelige forklaringer både når det gjelder gravitasjon og mekaniske krefter på objekter i bevegelse. Det finnes derimot også noen velkjente forestillinger, som i sin tid var det vitenskapelige synet, og som har helt klare egenskaper som kjennetegner dem.

Blant disse er Aristoteles' syn på fritt fall: Alle objekter (elementer) har en naturlig plass i en avstand fra jordens sentrum, og om de skulle være forflyttet fra denne posisjonen, vil de falle eller flyte tilbake til posisjonen som er naturlig for dem (Clement, 1982). En annen typisk misoppfatning er at tunge objekter faller fortere enn lette objekter, altså at akselerasjonen objektet oppnår i fritt fall er proporsjonal med vekten (Clement, 1982). Det er ikke unaturlig å tro dette, da dette kan observeres om et av objektene man bruker har relativ liten masse. En slik forestilling faller inn under kategorien hverdagsforestillinger, men er selvfølgelig helt uforenelig med klassisk mekanikk.

Andre eksempler på utbredte forestillinger er at en bevegelse (og gjerne farten) er proporsjonal med kraft, eller at "*bevegelse innebærer kraft*" (Clement, 1982) og at objekter i bevegelse har en iboende kraft. Dette kalles et impetus-syn, og oppsto på 1400-tallet, som et alternativ til Aristoteles' teorier om at et var mediet som



hadde en drivkraft og opprettholdt bevegelsen til et objekt (Halloun & Hestenes, 1985a). Impetus-konseptet innebærer for eksempel at når et objekt blir kastet opp i luften, blir *kraften fra kastet* overført til objektet og det er denne kraften som opprettholder bevegelsen til objektet, helt til den er oppbrukt, eller oppløst på grunn av friksjon eller motstand til mediet (Halloun & Hestenes, 1985a) .

Impetussynet står for en betydelig del av misoppfatningene knyttet til krefter og gravitasjon. Misoppfatningene underbygges i en viss grad av en uklar og ukorrekt språkbruk i dagligtalen hos veldig mange. Man snakker ofte om at objekter *mistet kraften*, selv om det i de fleste tilfeller er snakk om at et objekt har mistet sin energi, ofte kinetisk energi (fart). Det hender også man bruker begrepet om abstrakte ting, som for eksempel "*Partiets politiske argumenter har nå mistet sin kraft*", da det egentlig er snakk om at *effekten* av argumentene er svekket og at de ikke har like stor virkning som før.

Et slikt impetussyn, med en aktiv kraft som holder bevegelsen i gang, men som tapes over tid og fører til at bevegelsen opphører, samsvarer med Palmers andre kategori, hvor gravitasjon ikke virker på objekter som beveger seg vertikalt oppover, men tar over først når *impetusen* er oppbrukt. Dette er en forestilling som kan føre til store problemer for elevene når de skal lære om Newtons andre lov, hvor man forutsetter at alle krefter og akselerasjon er konstant.

De to sistnevnte forestillingene er blant de mest utbredte og er det gjeldende oppfatningen hos mange uten, men også hos mange studenter med, fysikkutdanning.

## Eksempler på forskning som avdekker misoppfatninger og alternative forestillinger

Forskning på misoppfatninger og alternative forestillinger er et stort felt innen fagdidaktikk som det fremdeles forskes mye på. Mye av forskningen<sup>1</sup> omhandler alternative forestillinger rundt bevegelse, krefter og gravitasjon, fordi dette er grunnleggende for forståelsen av klassisk mekanikk. (Clement, 1982; Halloun & Hestenes, 1985b). Mye av det som er skrevet om alternative forestillinger og misoppfatninger handler om hvordan dette påvirker studenter som skal lære fysikk på universitetsnivå. "Common sense beliefs" ikke er forenelig med Newtons klassiske mekanikk (Clement, 1982) og fører til store vanskeligheter for studentene.

Figur 1 - Figuren viser en oversikt over hvilke konsepter som testes i FCI-undersøkelsen (Hestenes, Wells, & Swackhamer, 1992)

	Inventory Item
<b>0. Kinematics</b>	
Velocity discriminated from position	20E
Acceleration discriminated from velocity	21D
Constant acceleration entails parabolic orbit	23D, 24E
changing speed	25B
Vector addition of velocities	(7E)
<b>1. First Law</b>	
with no force	4B, (6B), 10B
velocity direction constant	26B
speed constant	8A, 27A
with cancelling forces	18B, 28C
<b>2. Second Law</b>	
Impulsive force	(6B), (7E)
Constant force implies constant acceleration	24E, 25B
<b>3. Third Law</b>	
for impulsive forces	2E, 11E
for continuous forces	13A, 14A
<b>4. Superposition Principle</b>	
Vector sum	19B
Cancelling forces	(9D), 18B, 28C
<b>5. Kinds of Force</b>	
<b>5S. Solid contact</b>	
passive	(9D), (12 B,D)
Impulsive	15C
Friction opposes motion	29C
<b>5F. Fluid contact</b>	
Air resistance	22D
buoyant (air pressure)	12D
<b>5G. Gravitation</b>	
	5D, 9D, (12B,D), 17C, 18B, 22D
acceleration independent of weight	1C, 3A
parabolic trajectory	16B, 23D

Et meget viktig bidrag til denne forskningen er arbeidet som Hestenes, Halloun og Wells gjorde på starten av 1990-tallet, da de, på grunnlag av sin undersøkelse av studenters forkunnskaper i mekanikk, utviklet en spørreundersøkelse som de kalte "concept inventory". Den ble utviklet med tanke på studenter som skulle begynne på høyere utdanning, og for å sjekke om deres oppfatninger endret seg etter et år med fysikkstudier (Hestenes, et al., 1992). Målet med undersøkelsen er å avdekke om studentenes konseptuelle forståelse av grunnleggende begreper i

<sup>1</sup> Reinders Duit (Duit) har laget en samling med over 8400 artikler om forskning på emnet (Sjøberg, 2009).

klassisk mekanikk. Undersøkelsen er en multipel choice prøve hvor hvert spørsmål tester elevens forståelse av et konsept. For eksempel en fallende stein. Spørsmålene kan også være sammensatt på en slik måte at det tester kunnskap om flere konsepter på samme tid. For eksempel hva som skjer når en bil dytter på en annen bil, mens begge er i fart (Hestenes, et al., 1992). Hvert spørsmål har svaralternativ som representerer ulike forestillinger som man vet er knyttet til det aktuelle temaet. Hovedsakelig dreier den seg om bevegelse og krefter og undersøkelsen fikk derfor navnet Force Concept Inventory (FCI) (Halloun & Hestenes, 1985a; Hestenes, et al., 1992).

Denne undersøkelsen utvikles hele tiden, for å kunne fange opp flest mulig av de ulike alternative oppfatningene som måtte finnes om emnet. Dette gjøres ved å legge til spørsmål, eller omformulere gamle, slik at undersøkelsen fungerer optimalt og plukker alternative forestillinger på en best mulig måte.

Elise Baldy (2007) studerte hvordan fysikkundervisningen i Frankrike kunne effektiviseres. Hun mente den var svært ineffektiv fordi den var strengt matematisk og ikke tok hensyn til det fysiske aspektet ved faget. I undersøkelsen av 9. klassingene (15 åringer) fant hun ut at elevene i måtte støtte seg på flere ulike oppfatninger for å kunne forklare fenomener på en måte som virket logisk for dem (Baldy, 2007). Dette er i tråd med en undersøkelse fra 2001, der David Palmer undersøkte inkonsistente oppfatninger om krefter og gravitasjon. Undersøkelsen baserte seg på en test, hvor elevene skulle svare på spørsmål angående krefter og gravitasjon og hvordan det virket på bevegelige og ikke-bevegelige objekter i forskjellige *hverdagslige* situasjoner. Senere gjennomførte han et intervju med samtlige av elevene, hvor han ba dem forklare hvordan de hadde tenkt da de svarte på spørsmålene (Palmer, 2001).

Elevene fikk et ark med tegninger som illustrerte forskjellige situasjoner, som elevene kunne kjenne igjen. De skulle f.eks ringe rundt de situasjonene der de mente at gravitasjonen virket på objektene. I tillegg ble elevene bedt om å forklare hvorfor de hadde ringet rundt objektene, og, mer interessant, hvorfor ikke. Resultatene er basert på tallmaterialet fra oppgavearket, og de forskjellige kategoriene Palmer plasserte elevene i, etter å ha hørt forklaringen deres. Som man ser av tallmaterialet var det veldig mange av elevene falt inn under en av kategoriene.

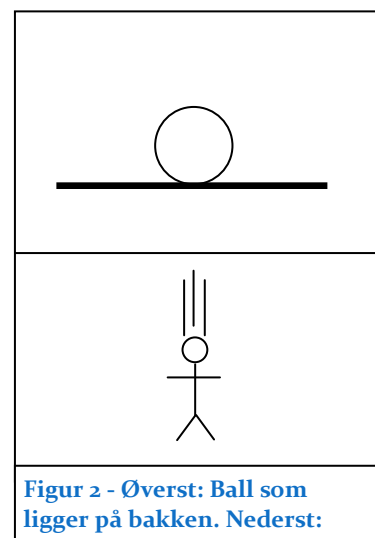
I undersøkelsen ble 112 elever fra 6. og 10. klasse studert og resultatene tyder på at hovedandelen av elevene hadde både vitenskapelig akseptable oppfatninger og alternative forestillinger. Ved å intervjuere elevene kunne han sortere ut elevene som hadde inkonsistente oppfatninger og konsentrerte seg kun om disse. Ut i fra hva slags forklaring de la til grunn for sine svar, plasserte han elevene i forskjellige kategorier. I mitt spørreskjema bruker jeg delvis Palmers kategorier og tilhørende spørsmål for å undersøke om elevene har oppfatninger som stemmer overens med disse.

Tabell 1 – Resultater fra undersøkelsen

På hvilke objekter virker gravitasjonen? Svarene er oppgitt i %

Objekt	6. klasse	10. Klasse
Ball som stiger	60	58
Murstein som stiger	50	58
Person som stiger	54	58
Ball på bakken	54	73
Murstein som ligger begravd	26	40
Person i båt	54	65
Ball som faller fritt	84	95
Murstein som faller fritt	88	95
Person som faller fritt	92	95

Numrene indikerer prosentandelen i gruppen som ikke markerte alle figurene på oppgavearket.



Som man ser av resultatene er det svært mange elever som har inkonsistente oppfatninger om hvordan gravitasjon virker. Hos 6. klassingene kan man se at det er forskjeller på de tre oppgavene med legemene som faller fritt, selv om disse burde behandles på samme måte. Dette kan tyde på elevene ikke har en konseptuel forståelse av hvordan tyngdekraften fungerer. Men (som i flere av tilfellene) ser man en tydelig forbedring på disse tre spørsmålene hos 10. klassingene. Den mest populære feilen er ”mursteinen som ligger begravet” her svarer kun 26% av 6. klassingene rett. Palmers kategorier er basert på svarene fra undersøkelsen og avdekker at selv om elever har en riktig oppfatning i én kontekst, kan de ha en helt annen oppfatning når konteksten er forandret. Noen skiller for eksempel på en murstein, og en person, som faller (Palmer, 2001). Ut i fra intervjuene kunne han skille ut 7 alternative forestillinger om hvordan elevene tror krefter og gravitasjon fungerer.

Grunnlag for at en elev havnet i en av kategoriene var at han f. eks krysset av for at en fallende stein blir påvirket av gravitasjon, mens en fallende ball ikke blir det. Ved å intervjuere elevene og be om begrunnelse for hvert av sine svar kategoriserte Palmer de forskjellige oppfatningene, fordelt på fordelingsfrekvens, på følgende måte:

*Oppfatning 1: Gravitasjon virker nedover på fallende objekter*

Elevene så på gravitasjon som en aktiv kraft som, nærmest mekanisk, påvirket objektene. De skilte ikke på om gravitasjonen dytta, dro, pressa eller trakk objektene nedover.

*Oppfatning 2: Gravitasjon virker ikke på objekter som beveger seg vertikalt oppover*

Elevene havnet i denne gruppa hvis de ikke markerte at gravitasjon virket på objekter som beveget seg vertikalt oppover. Deres begrunnelse var at gravitasjon trekker ting nedover. Disse var på vei oppover, derfor virket ikke gravitasjonen. "It's not going down, so gravity is not pushing it down" (Halloun & Hestenes, 1985b).

*Oppfatning 3: Gravitasjon virker nedover på objekter som ligger i ro*

Elevene ble plassert i denne kategorien dersom de mente at det var gravitasjonen som holdt nede objektene som lå på bakken. Gravitasjonen "hindrer ballen i å flyte opp".

*Oppfatning 4: Gravitasjon virker ikke på objekter som ligger i ro.*

Elevene ble plassert i denne kategorien dersom de mente at gravitasjonen ikke virket på objektene som lå i ro. De mente at gravitasjon trekker ting nedover, siden disse lå i ro virket altså ikke gravitasjonene på dem. Begrunnelsen var ofte noe sånt som "fordi den bare ligger der, stille, så virker ikke gravitasjonen."

*Oppfatning 5: Gravitasjon virker oppover på objekter som beveger seg (vertikalt) oppover.*

Elevene i denne gruppen mente det var gravitasjonen som dyttet objektene oppover. Kraften er altså bestemt ut i fra objektets bevegelsesretning. Elevene mente også i noen tilfeller at det var gravitasjonen som kom *inn under* personen eller objektet og dyttet de oppover. På månen hoppet man bortover og mer ”opp og ned” på grunn av gravitasjonen.

*Oppfatning 6: Gravitasjon virker nedover på objekter som beveger seg vertikalt oppover.*

Elevene i denne kategorien mente at gravitasjonen trakk objektene nedover, eller i mot objektets bevegelse. ”Gravitasjonen trekker objektene nedover, slik at de stopper opp og faller ned igjen”.

*Oppfatning 7: Gravitasjon virker ikke på fallende objekter*

Elevene mente at å falle nedover, var naturlig for objektene på grunn av vekten, så gravitasjonen spilte ikke inn her. Det var ikke nødvendig. ”Gravitasjonen gjør ikke at de [objektene] går nedover, de bare faller”.

Sett under ett, er oppfatning 2, 4, 5 og 7 oppfatninger som *strider* med det som anses som riktig, og kan derfor kategoriseres som alternative forestillinger, mens oppfatning 1, 4 og 6 kan godtas, fordi de til en viss grad er riktige. Fordi elevene var inkonsekvente med bruken av disse oppfatningene, og vekslet mellom dem når konteksten ble forandret, er også de *riktige* forestillingene kategorisert som oppfatninger.

I Hestenes, Wells og Scwackhamers (1992) undersøkelse, *Force Concept Inventory* er fokuset også å fange opp misoppfatninger og alternative forestillinger. Den er mer detaljert enn Palmers undersøkelse og tar for seg ulike konsept knyttet til

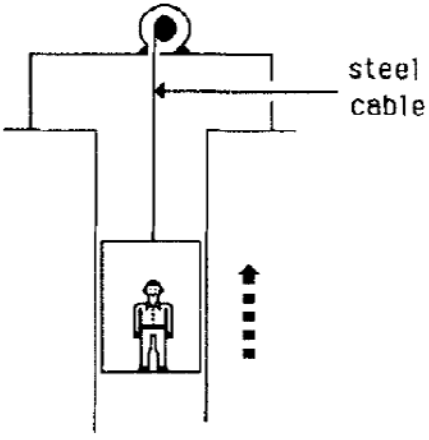
mekanisk fysikk og bevegelse for å undersøke studenters forståelse. Her er en oppgave som er hentet fra deres test:

Figur 3 - Oppgaven er hentet fra (Hestenes, et al., 1992, p. 16) og måler studentenes konseptuelle forståelse av Newtons 1. lov

\* When responding to the following question, assume that any frictional forces due to air resistance are so small that they can be ignored.

18. An elevator, as illustrated, is being lifted up an elevator shaft by a steel cable. When the elevator is moving up the shaft at a constant velocity:

- (A) the upward force on the elevator by the cable is greater than the downward force of gravity.
- (B) the amount of upward force on the elevator by the cables equal to that of the downward force of gravity
- (C) the upward force on the elevator by the cable is less than the down ward force of gravity.
- (D) it goes up because the cable is being shortened, not because of the force being exerted on the elevator by the cable.
- (E) the upward force on the elevator by the cable is greater than the downward force due to the combined effects of air pressure and the force of gravity.



ascending  
at constant  
speed

Disse oppgavene er rettet mot fysikkstudenter og er til dels mye vanskeligere. I denne oppgaven må studentene bruke den informasjonen de har for å danne seg et bilde av situasjonen, for deretter å knytte dette opp mot det de kan fra før. Hvis de har en konseptuel forståelse av Newtons første lov, og forstår det innebærer at heisen stiger med "konstant hastighet" (uthevet), vil de komme frem til riktig svar. De andre alternativene er skrevet med tanke på å fange opp de som ikke har en konseptuel forståelse og/eller en alternativ forestilling av Newtons 1. lov (Hestenes, et al., 1992).

Misoppfatningene som måles i dette spørsmålet er (Only active agents exert force) Bare aktive krefter virker [18D] og den største kraften bestemmer bevegelsen [18 A, E] (Hestenes, et al., 1992). Alternativ E tar inn elementer fra en annen



forestilling, nemlig at lufttrykk spiller en medvirkende rolle i konsepter knyttet til gravitasjon. Dette er en forestilling som oppstår først *etter* at elevene har hatt undervisning om lufttrykk (Halloun & Hestenes, 1985b).

**Figur 4 - Figuren viser en oversikt over forskjellige alternative forestillinger de ulike svaralternativene representerer.**

	Inventory Item
<b>0. Kinematics</b>	
K1. position-velocity undiscriminated	20B,C,D
K2. velocity-acceleration undiscriminated	20A; 21B,C
K3. nonvectorial velocity composition	7C
<b>1. Impetus</b>	
I1. impetus supplied by "hit"	9B,C; 22B,C,E; 29D
I2. loss/recovery of original impetus	4D; 6C,E; 24A; 26A,D,E
I3. impetus dissipation	5A,B,C; 8C; 16C,D; 23E; 27C,E; 29B
I4. gradual/delayed impetus build-up	6D; 8B,D; 24D; 29E
I5. circular impetus	4A,D; 10A
<b>2. Active Force</b>	
AF1. only active agents exert forces	11B; 12B; 13D; 14D; 15A,B; 18D; 22A
AF2. motion implies active force	29A
AF3. no motion implies no force	12E
AF4. velocity proportional to applied force	25A; 28A
AF5. acceleration implies increasing force	17B
AF6. force causes acceleration to terminal velocity	17A; 25D
AF7. active force wears out	25C,E
<b>3. Action/Reaction Pairs</b>	
AR1. greater mass implies greater force	2A,D; 11D; 13B; 14B
AR2. most active agent produces greatest force	13C; 11D; 14C
<b>4. Concatenation of Influences</b>	
CI1. largest force determines motion	18A,E; 19A
CI2. force compromise determines motion	4C, 10D; 15A; 19C,D; 23C; 24C
CI3. last force to act determines motion	6A; 7B; 24B; 26C
<b>5. Other Influences on Motion</b>	
CF. Centrifugal force	4C,D,E; 10C,D,E
Ob. Obstacles exert no force	2C; 9A,B; 12A; 13E; 14E
<b>Resistance</b>	
R1. mass makes things stop	29A,B; 23A,B?
R2. motion when force overcomes resistance	28B,D
R3. resistance opposes force/impetus	28E
<b>Gravity</b>	
G1. air pressure-assisted gravity	9A; 12C; 17E; 18E
G2. gravity intrinsic to mass	5E; 9E; 17D
G3. heavier objects fall faster	1A; 3B,D
G4. gravity increases as objects fall	5B; 17B
G5. gravity acts after impetus wears down	5B; 16D; 23E

Ordlyden i spørsmål og svaralternativ blir fremdeles utviklet og nye spørsmål blir fremdeles lagt til og fjernet. Undersøkelsen er til stor hjelp for å avdekke om det er noen rådende misoppfatninger i en studentgruppe. Hvis eleven har svar feil på

en oppgave, kan man lære svært mye av det. Elevene har, ved å svare feil, vist hvordan han tenker ved å velge dette (gale) svaret fremfor hvert av de fire andre, inkludert det riktige. Ved å se på oppgavene eleven svarer feil på og om det er noen spesielle temaer eller kontekster som skiller seg ut, kan må lære mye om elevens bakenforliggende tanker.

## 4 - Metode

Min forskningsmetode består av flere komponenter, som jeg vil beskrive i dette kapittelet. Undersøkelsen er en case studie og ble gjennomført i en enkelt Fysikk 1 klasse på Byåsen VGS i Trondheim. Klassen besto av 15 elever, 10 gutter og 5 jenter. De hadde fagdag i fysikk denne dagen og jeg hadde fått tildelt tiden fra 1000-1110.

Før vi begynte med aktivitetene forklarte jeg hvordan kraftmåleren fungerte og vi diskuterte i hel klasse hvilke krefter den måler. Vi diskuterte også hvilke krefter som spiller inn når man kjører heis. Jeg gav dem også en liten innføring i hvorfor språket er viktig fysikkfaget. – Både som virkemiddel for effektiv læring og som en del av den naturvitenskaplige metode.

I første omgang gjennomførte elevene en individuell spørreundersøkelse som testet deres kunnskaper om klassisk mekanikk. Deretter ble de delt inn i tre grupper á fem elever og sammenfattet så en hypotese om hvordan de trodde kreftene ville forandre seg i løpet av en heistur. Elevene foretok deretter et eksperiment der de kjørte heis og målte endringene i normalkraften med en kraftplattform. Elevene filmet hele sekvensen og diskuterte samtidig det de observerte.

Det var to forskjellige heiser på Byåsen VGS, hvorav det ene var svært treg, både i akselerasjon og toppfart, mens den andre var svært rask. Gruppe 1 kjørte i den raske heisen, mens gruppe 2 og 3 kjørte i den trege.

### Pretest

Spørreundersøkelsen ble laget for å undersøke elever forkunnskap i mekanikk. Se Vedlegg 1. Skjemaet består til sammen av 12 spørsmål, hvorav 9 tester om studentene behersker sentrale begreper knyttet til gravitasjon og bevegelse. De

tre resterende spørsmålene er for kartlegging av kjønn/alder, holdning til faget og vurdering av egen innsats. Oppgavene i skjemaet er delvis basert på Palmers (2001) undersøkelse om elevers oppfatning av gravitasjon og i hvilke tilfeller den fungerer. Andre oppgaver er hentet fra FCI undersøkelsen (Hestenes, et al., 1992) og tar i hovedsak for seg tradisjonell mekanikk. Spørsmålene er i hovedsak lukkede og elevene skal krysse av for rett alternativ. På noen spørsmål er det kun ett rett svar, mens på andre er det flere riktige alternativ.

Skjemaet er ment for å måle elevenes forståelse av mekanikk i ulike situasjoner og er bygget opp som et multipel-choice spørreskjema med fem svaralternativer på de fleste spørsmål. De ulike svaralternativene representanter vanlige alternative forestillinger om krefter og gravitasjon. Et eksempel på dette er spørsmål 5, (figur 5) som er hentet fra FCI-undersøkelsen og er oversatt til norsk (figur 6).

Figur 5 – Oppgave 5, hentet fra FCI-undersøkelsen (Hestenes, et al., 1992)

5. A boy throws a steel ball straight up. **Disregarding any effects of air resistance**, the force(s) acting on the ball until it returns to the ground is (are):
- (A) its weight vertically downward along with a steadily decreasing upward force.
  - (B) a steadily decreasing upward force from the moment it leaves the hand until it reaches its highest point beyond which there is a steadily increasing downward force of gravity as the object gets closer to the earth.
  - (C) a constant downward force of gravity along with an upward force that steadily decreases until the ball reaches its highest point, after which there is only the constant downward force of gravity.
  - (D) a constant downward force of gravity only.
  - (E) none of the above, the ball falls back down to the earth simply because that is its natural action.

Figur 6 - Oppgave 5, hentet fra min spørreundersøkelse.

**5. Du kaster en ball så høyt du kan. Hvis du ser bort fra luftmotstand, hvilke krefter virker på ballen inntil den lander på bakken?**

Ballens tyngde virker vertikalt nedover sammen med en jevnt minkende kraft oppover

En jevnt minkende kraft oppover fra det øyeblikket ballen forlater handa og til toppunktet, deretter en jevnt økende gravitasjonskraft etter hvert som ballen kommer nærmere bakken

En konstant gravitasjonskraft virker nedover sammen med en kraft oppover som minker jevnt helt til ballen når toppunktet. Deretter virker bare den konstante gravitasjonskraften.

Bare den konstante gravitasjonskrafta.

Ingen av alternativene over.

Oppgavene tester også om elevene ser sammenhenger mellom oppgavene og velge riktig alternativ i forskjellige kontekster. Mange av oppgavene er konseptuelt like, de omhandler det samme fysiske fenomen, men har helt forskjellig kontekst og utforming. I et spørsmål er det snakk om en person som hopper ned fra en høyde, mens i en annen oppgave er det en stein som kastes i lufta. Noen oppgaver har tegning og enkle avkrysningsalternativ, mens oppgaver har kun tekst i både spørsmål og svar. Eleven skal i det sistnevnte tilfellet velge riktig forklaring fra en samling mer eller mindre plausible alternativ. Disse alternativene representerer forskjellige alternative forestillinger. Ut i fra disse forskjellige måtene å stille spørsmål på kan jeg undersøke om det er konteksten på problemet som avgjør om eleven klarer oppgaven, eller om det er den konseptuelle forståelsen (Hestenes, et al., 1992; Palmer, 2001).

## Aktiviteter

Her vil jeg beskrive hvordan forløpet i undervisningsopplegget og de ulike aktivitetene.

## Gruppeinndeling

Elevene satt fordelt på tre rader og etter å ha konferert med læreren deres var det hensiktsmessig å bruke dette som utgangspunkt for gruppene. De var vant til å jobbe sammen og man sparte også tid ved å ikke bryte opp måten de satt på. Elevene ble delt i grupper på fem elever og fikk beskjed om fordele roller innad i gruppa. Alle elevene skulle delta i diskusjonen, men hver rolle hadde sitt særegne ansvarsområde. Elevene fikk velge rollene selv. Rollene var som følger:

- **Leder** - Sørger for å holde samtalen i gang og konsentrert om temaet. Penser diskusjonen inn mot spørsmålene på arket om de divergerer fra disse
- **Sekretær** - Skriver ned hva gruppen diskuterer og konkluderer
- **Datalogger** - Har ansvar for GLXen og er den som står på plattformen. Skal følge med å vise de andre hva som skjer underveis.
- **Heisfører** - Har ansvar for å kjøre heisen dit gruppen bil.
- **Kameramann / skeptiker** - Filmer og har rollen som skeptiker. Skal sørge for å kreve forklaringer og begrunnelser av de andre når de kommer med påstander. Skal også delta i diskusjonen som normalt.

## Gruppene

Den første gruppen var de som satt på første rad og jeg fikk inntrykk av at dette var en gruppe med dominerende gutter, både faglig og sosialt. Dette fikk jeg bekreftet senere, da det var denne gruppen som fikk høyest score på pre-testen.

Gruppe to besto av en blanding av jenter og gutter, hvor både innsats og faglig engasjement varierte mye.

Gruppe tre var en gruppe en gruppe som også virket faglig sterke, men var mye mer tilbaketrukkne enn elevene på første rad. De hadde god teoretisk innsikt og var svært opptatt av detaljer og eventualiteter.

### Hypotese

Gruppene fikk i oppgave å utarbeide noen hypoteser for hvilke og hvordan de trodde kreftene de opplever i en heis kom til å endre seg i løpet av en tur. Elevene fikk et ark hvor de kunne skrive og tegne inn hva de trodde. Jeg hadde laget dette arket (Se vedlegg 2) ferdig på forhånd for å spare tid.

De skulle ta stilling til *"Hvilke krefter er det som virker når man kjører heis"* og *"Hvilke krefter vil endre seg når dere kjører heis"*. Til slutt skulle elevene tegne en graf av hvordan de trodde målingene på dataloggeren ville se ut når de kjørte heis.

### Kontekst for forsøkene

Elevene fikk med seg en kraftplattform, en håndholdt datalogger og et kamera. Deretter gjennomførte de flere turer med heisen og målte hvordan normalkraften endret seg mens de kjørte. De varierte turene ved å kjøre lengre og kortere turer og ved å bytte på hvem som sto på plattformen.

### Utstyret

#### *Kraftplattform og Xplorer GLX*

Kraftplattformen som ble brukt i eksperimentet er en *PASPORT Force Platform (PS-2141)* fra PASCO. Den måler den vertikale kraften fra en person eller gjenstand mot underlaget, helt opp til 4400N (ca 450kg). Plattformen fungerer som en digital baderomsvekt og måler kraften som presser på hvert av de fire beina fra underlaget. Den samlede kraften fra beina presser mot en søyle inne i plattformen. På denne sitter det en digital strekkmåler og den totale kraften på

bena beregnes ut i fra endringen i en strøm som sendes gjennom denne (PASCO, 2009).

Plattformen er passiv og fungerer kun sammen med en PASCO dataloggingsutstyr. Det er også gjennom denne strømmen til strekkmåleren blir tilført. Jeg bruker en håndholdt *PASCO Xplorer GLX* datalogger i mine undersøkelser. PASCO Xplorer GLX (GLX) viser resultatene på en skjerm i sanntid, enten som en graf eller som nål på en skive. Grensesnittet er bygget opp som en grafisk kalkulator og man kan enkelt bestemme loggefrequensen og andre måleparametere. Dataene kan lagres i enheten, og kan importeres til en PC, hvor man kan gjøre beregninger og manipulere grafer i Datastudio (PASCO, 2009).

## Gruppediskusjon

### Opptak

Elevene gjorde selv opptak samtidig som de kjørte heis. De fikk ikke andre beskjeder enn at de skulle filme hele tiden, å diskutere det de opplevde i heisen. Elevene gjorde ikke noe stort nummer ut av at det var et kamera der og fordi det var en elev som var kameramann kunne gruppen oppføre seg veldig naturlig. Det var litt tull og vas i noen øyeblikk, men det hadde ikke så veldig mye å si for samtalene. Elevene var selv ansvarlige for å dokumentere det de holdt på med, uten innblanding fra noen fremmede observatører.

### Observasjon

For å følge opp elevene og høre hvordan det gikk med dem gikk jeg innom heisene av og til. Både for å oppleve hvordan diskusjonene gikk og for å stille noen spørsmål som kunne sette i gang flere diskusjoner. Dette gjorde at jeg fikk en dobbelt rolle, både som lærer for elevene og som forsker. Jeg hadde muligheten til å sette i gang samtaler hvor elevene ble guidet frem mot det rette



svaret, samtidig som veien dit gav meg rikelig med informasjon til min undersøkelse om hvordan gruppediskusjoner fungerer i en heis.

### **Pilotundersøkelse**

En tid før gjennomføringen gjorde jeg en pilotundersøkelse med en skoleklasse fra Oppdal. Det var svært nyttig og jeg gjorde meg noen erfaringer som utbedret frem mot undersøkelsene mine på Byåsen VGS. I pilotundersøkelsen brukte jeg kun lydopptak, da jeg trodde det ville affisere elevene i mindre grad enn et videokamera. Jeg oppdaget etter hvert at det vanskelig å holde orden på hvilke elever som snakket i heisen. Det var også vanskelig å oppfatte hva som skjedde av aktivitet i heisen og hva elevene holdt på med mens de pratet. Videokameraet gjorde det også lettere å se hva som skjedde i heisen og koble dette opp mot hva elevene sa. For eksempel kunne jeg se når heisen gikk opp og ned, og elevene filmet også GLXen noen ganger, slik at jeg også kunne se grafen de snakket om.

Jeg fikk også tips til små endringer på spørreskjemaet, ordvalg og andre utbedringer jeg kunne gjøre. Det var etter gjennomføringen av pilotundersøkelsen at jeg fikk ideen om å gi elevene forskjellige roller.

## Analyse av data

### Spørreundersøkelsen

For å analysere dataene vil jeg i hovedsak bruke SPSS, som er en softwarepakke beregnet på å behandle store mengder data og som har makroer for å gjøre de aller fleste statistiske beregninger (Robson, 2002). Alle spørsmålene er vektet likt.

Fordi utvalget er såpass lite, kan jeg ikke generalisere resultatene i undersøkelsen, men resultatene kan brukes som en kartlegging av kunnskapen om mekanikk og bevegelse i denne klassen.

### Analyse av filmopptak

Opptakene ble transkribert i sin helhet og deretter sortert kategorisk på innhold. Diskusjonene ble analysert på to måter: På gruppenivå, hvor jeg så på samtaleforløpet, gruppedynamikk og språk, og på individnivå, hvor jeg så på hvilke forestillinger elevene gav uttrykk for.

## 5 - Resultater og analyse

Her kommer resultater fra elevenes pretest, hypoteser, svarene på spørsmålene de fikk utdelt og utdrag fra gruppediskusjoner med analyser, kommentarer og drøfting.

Først presenteres elevenes forforståelse av problemstillingen om krefter og gravitasjon, slik de kommer til uttrykk gjennom pretesten og hypotesene de skrev ned i forkant av eksperimentet.

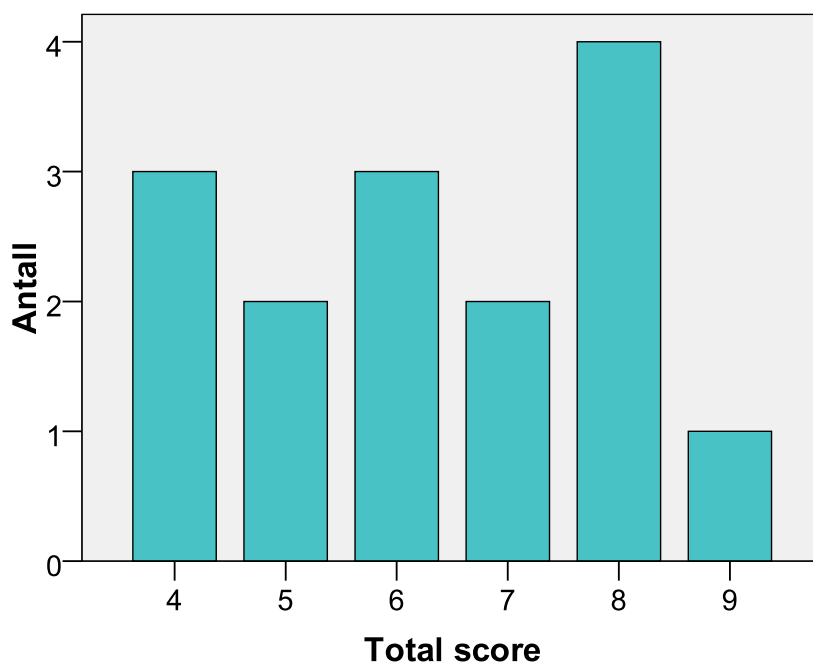
Deretter følger utdrag fra gruppediskusjonene elevene hadde i heisen og analyse av disse.

### Elevers forforståelse

For å danne meg et bilde av hvilke forestillinger elevene hadde på forhånd, gjennomførte elevene en pretest før eksperimentene i heisen begynte. Gjennom en åpen klassesdiskusjon dannet jeg meg også et bilde av klassen og hva slags *typer* elever de forskjellige gruppene var satt sammen av.

### Resultater fra spørreundersøkelsen:

Resultatene fra undersøkelsen viser stor spredning blant elevene. Se figur 7. Oppgaven som viste seg å være den mest problematiske var spørsmål 8, "I hvilken størrelsesorden vil resultatene være om du stiller deg på en kraftmåler, som måler tyngde i Newton?".



Figur 7 - Frekvensdiagram for antall poeng elevene fikk på pretesten, av 9 mulige.

To av spørsmålene som er svært utslagsgivende for om elevene scorer høyt på testen er spørsmål 5 og 6. På spørsmål 5 (Tabell 2) er det kun 40 % som svarer rett. De resterende 60 % velger et alternativ som nevner at ballen har en jevnt minkende kraft oppover. Det er også verdt å legge merke til at det er stor spredning gruppevis på disse spørsmålene.

Tabell 2 - Elevenes svar på oppgave 5

Oppgave 5 - Du kaster en ball så høyt du kan. Hvis du ser bort fra luftmotstand, hvilke krefter virker på ballen inntil den lander på bakken?	Gruppe			Total
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	
B - Jevnt minkende kraft oppover, økende gravitasjonskraft nedover	0	1	0	1
C - Minkende kraft oppover - konstant gravitasjonskraft nedover	1	3	4	8
D - Kun konstant gravitasjon	4	1	1	6
Total	5	5	5	15

Tabell 3 – Elevenes svar på oppgave 6

Oppgave 6 - En stein som blir sluppet fra taket på en bygning ned mot bakken:	Gruppe			Total
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	
A – Vil nå toppfart rett etter slippet	0	3	0	3
B – Øker farten fordi jordens tiltrekningskraft øker når steinen kommer nærmere bakken	2	0	0	2
C – Øker farten pga konstant gravitasjonskraft	3	2	5	10
Total	5	5	5	15

### Gruppe 1

Denne gruppen svarte svært mye rett på spørreundersøkelsen og elevene her hadde kun én, maks to gale svar. Feilsvaret som går igjen er at [Når en stein som blir sluppet fra taket på en bygning...] *øker farten mens den faller, hovedsakelig på grunn av at tiltrekningskrafta fra jorda øker etter som steinen kommer nærmere bakken*. Selv om gravitasjonen til en viss, dog utrolig liten, grad øker ettersom steinen nærmer seg jorda, så vil det være galt å si at det hovedsakelig er derfor. Elevene i gruppa fremsto som faglig sterke, men brukte mye tid på eventualiteter, som for eksempel: *hvor høy er bygningen, og hvor langt unna jordens sentrum står den?* De viste god faglig innsikt rundt konseptet med gravitasjon og fallende objekter, men kan tyde på at de mangler perspektiv på størrelsesforholdene som avgjør størrelsen av tyngdeakselerasjonen, for de svarer allikevel feil på et nokså enkelt spørsmål. Det kan også være fordi de blir lurt av svaralternativet, som legges frem som plausibelt alternativ som høres riktig ut fordi setningen knytter sammen mange betydningsfulle ord knyttet til settingen med en fallende stein. I FCI sammenheng (Hestenes, et al., 1992) viser dette svaralternativet til en misoppfatning om at gravitasjon er en aktiv kraft og at akselerasjon skyldes en

økende, ikke-konstant kraft. Denne misoppfatningen finnes også i Palmers (2001) kategorier – En oppfatning om at gravitasjon er en aktiv kraft som trekker objekter nedover, og som øker etter hvert som objektene kommer nærmere jorda. Dette kan tyde på en feiltolkning av Newtons 2. lov, hvor en konstant kraft fører til akselerasjon av et legeme, og dermed en økt hastighet. Jeg vil komme tilbake til dette senere, da denne misoppfatningen også fremkom under gruppediskusjonen.

En av elevene hadde en kommentar på spørsmålet ”hvilke krefter som virker på en ball som blir kastet oppover” – Nemlig at ”*Akselerasjonen avtar begge veier*”. Dette kan være et tegn på en misoppfatning om at tyngdekraften virker i mot objektets bevegelsesretning (Palmer, 2001). Han tenker muligens at det er luftmotstanden som gjør at akselerasjonen *avtar* på vei ned.

## **Gruppe 2**

I denne gruppen er det to som peker seg ut som sterke elever og to som virker mindre sterke. Dette fremkommer både som et resultat av spørreundersøkelsen og hvordan de opptrer i gruppediskusjonen. Tre av fem i denne gruppen svarer alternativ 1 på spørsmålet om ”hvilke krefter som påvirker en stein som blir sluppet fra taket” (Tabell 3). Dette svaralternativet lyder ”vil nå toppfart rett etter slippet og faller deretter med konstant fart mot bakken”. Dette er en misoppfatning som ikke faller inn under noen av Palmers (2001) kategorier, men derimot en feiltolkning av begrepet *terminalfart*, som elevene i denne gruppen nevnte tidlig i klassesdiskusjonen og som kommer frem igjen under gruppediskusjonen i heisen. Dette kan tyde på at elevene har vanskelig for å skille mellom at kraft og akselerasjon er proporsjonale og at kraft og hastighet er proporsjonale, fordi de ikke skiller mellom hastighet og akselerasjon. Dette blir ikke betegnet som dyptgående misoppfatning fordi den lar seg lett motbevise og

ofte forsvinner etter hvert som man regner på oppgaver knyttet til emnet. Dette gjelder spesielt oppgaver hvor man faktisk regner ut hva objektets terminalfart er, (ut i fra luftmotstanden) (Hestenes, et al., 1992).

### **Gruppe 3**

I denne gruppen, med elever som virket nokså faglig sterke, svarer alle feil på spørsmålet om hvilke krefter som virker på en ball som blir kastet oppover. De krysser av for at: *"En konstant gravitasjonskraft virker nedover sammen med en kraft oppover som minker jevnt helt til ballen når toppunktet. Deretter virker bare den konstante gravitasjonskraften"*. Dette tyder på en impetus-oppfatning, der objektet får tilført en kraft fra kastet, som gradvis svekkes og når det ikke er mer impetus igjen, tar tyngdekraften over og trekker ballen nedover (Hestenes, et al., 1992).

En av elevene kommenterer at det manglet opplysninger om utforming av stein (størrelse og masse) og om hvor høy bygningen var. I likehet med elevene i gruppe 2 mente han også at steinen etter ville oppnå terminalfart etter en stund, men han kunne ikke si noe om det, da han ikke hadde nok opplysninger. Han var klar over at det ikke kom til å skje med en gang, i motsetning til elevene i gruppe 2, som mente at steinen ville oppnå terminalfart *rett etter slippet*.

## Elevenes hypoteser om krefter som virker i heisen

Her presenteres hypotesene elevene utarbeidet før de utførte eksperimentene i heisen. Resultatene er gjengitt slik de skrev dem på arket og figurene er scannet inn og gjengitt slik de fremsto i elevenes besvarelser

Spørsmålene elevene skulle jobbe med var som følger:

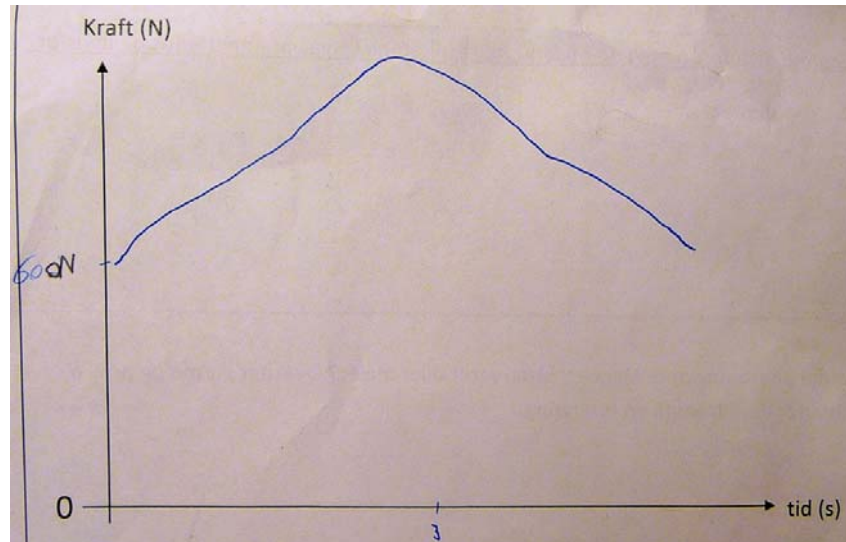
- 1. Hvilke krefter virker når man kjører heis?**
- 2. Hvilke krefter endrer seg når dere kjører?**
- 3. Beskriv hvordan du tror kreftene vil endre seg når dere kjører. (Her var det satt av plass til å tegne en graf.)**

Figur 8-10 viser elevenes svar på disse spørsmålene



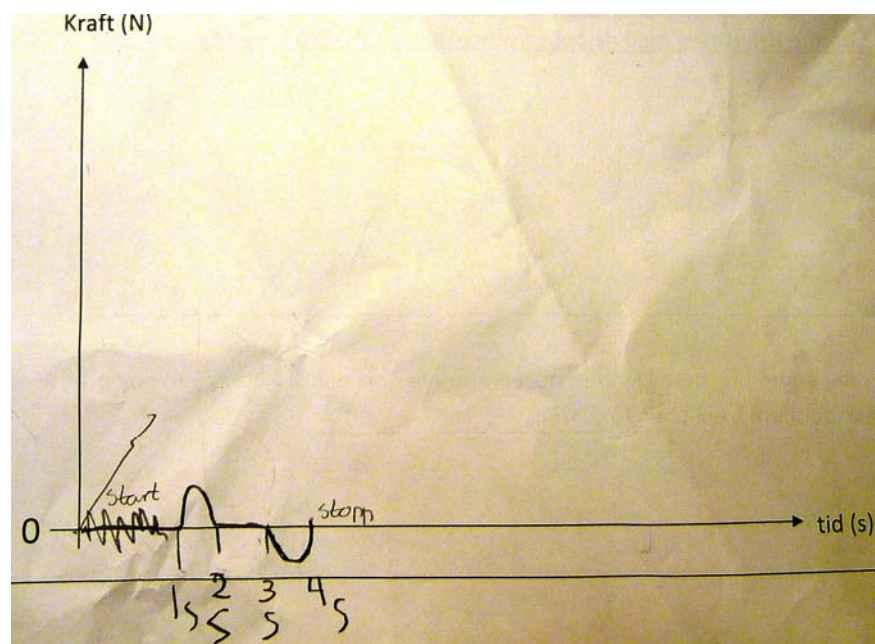
Figur 8 - Hypotesene til gruppe 1

1. Tyngdekraft, Normalkraft N fra heisgulvet.  
Gitt at en person som veier 60 kg står i heisen:  
 $60 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 588,6 \text{ N} = 0,588 \text{ kN}$
2. Kraften fra heisgulvet vil endre seg i det heisen akselererer.
- 3.



Figur 9 - Hypotesene til gruppe 2

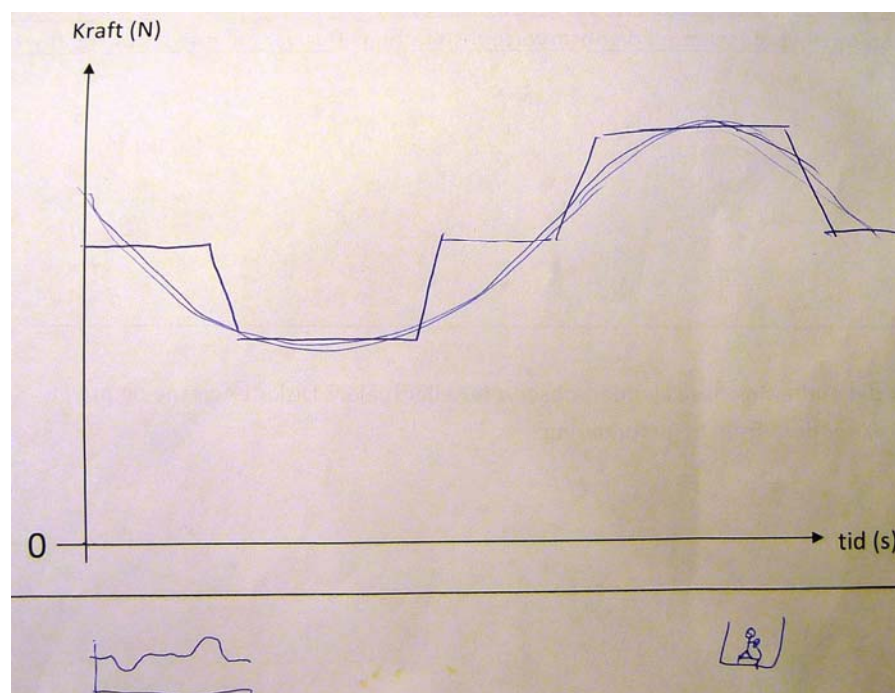
1. Tyngdekraft, G og kraft fra heisgulvet, U.
2. U endrer seg
- 3.



Figur 10 - Hypotesene til gruppe 3

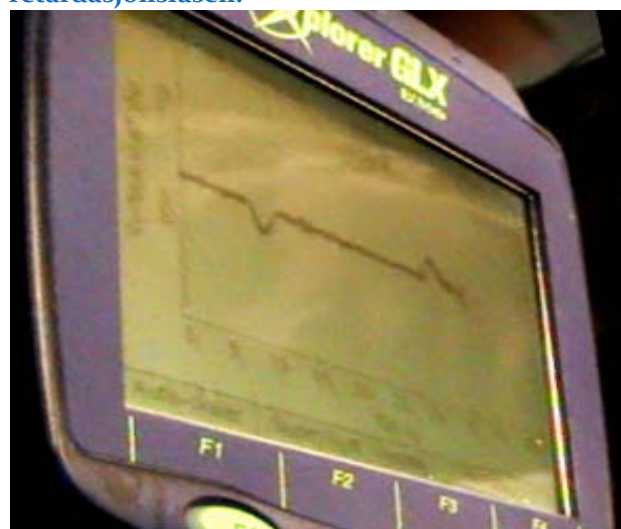
1. Tyngdekraften  $\rightarrow$  ledning i heis =  $F$
2. Luftmotstand, tyngdekraft er størst, i forhold til  $F$ , når heisen går ned.  $F$  er størst i forhold til  $G$ , når den går oppover.

3.



Gruppe 1 skriver at normalkraften, kraften fra heisgulvet, vil endre seg når heisen akselererer og de regnet også ut *startpunktet* for grafen, i Newton. Dette tyder på en god forståelse når det kommer til begrepet om tyngde og vekt. De kommenterte tidlig i timen at en kraftmåler som måler normalkraften fra underlaget er essensielt det samme som en badevekt. Da jeg spurte om *hvordan* kraften endret seg, svarte de at "Den [kraften] øker når heisen akselerer og minker når heisen stopper opp [på toppen]". Dette kommer også frem av

Figur 11 - Gruppe 2 fikk en kurve som har form som en 2. gradsfunksjon i akselerasjons- og retardasjonsfasen.



grafene de tegnet. Det er et bra resonnement, men de har utelatt perioden der heisen kjører med konstant fart og normalkraften er tilbake i nullpunktet. De har tegnet noe som kunne ha vært en fartsgraf, dersom akselerasjonen hadde vært konstant positiv frem til heisen var halvveis, for så å bli negativ, slik at farten dermed minket igjen.

Grafene til gruppe 2 starter på null, men man kan tenke seg at de ser for seg dette som et nullpunkt, hvor summen av kreftene er null. Grafene deres går som andregradsfunksjoner i akselerasjons- og retardasjonsfasen og viser ikke en konstant kraft (akselerasjon). De har derimot markert klare skiller på de forskjellige fasene og de viser at de har forstått at det er endringen i normalkraften ikke er glidende, men er i endring i bestemte perioder av heisturen.

Jeg legger merke til at gruppe 1 og 2 bruker forskjellige bokstaver på normalkraften (U og N), selv om de har i timene alltid har brukt N som normalkraft, noe læreren deres kunne bekrefte. Jeg er ikke sikker på hvorfor den ene gruppa bruker U, men det kan hende at de har lest det i et eksempel i en annen bok, eller at de i noen tilfeller har snakket om kraften for underlaget og at de da har brukt U.

Grafene de observerte på GLXen da de kjørte var veldig lik den de hadde tegnet fordi heisen de kjørte hadde lav topphastighet og en lite markerte akselerasjons- og retardasjonsfaser. Dermed ble grafene seende mer ut som andregradsfunksjoner i disse tidsintervallene. Det positive med dette var at grafene stemte meget godt med hypotesene elevene hadde, selv om skalaen på grafene ikke var riktig. Dette ble en positiv opplevelse for dem og de ble veldig tilfredse med resultatet. Jeg tror dette gav dem en mestringsfølelse, for etter at de

oppdaget dette observerte jeg at deres arbeidslyst og engasjement økte betraktelig.

Den tredje gruppen var en gruppe med gutter som fremsto som meget teoretisk sterke og detaljorienterte. De tok hensyn til andre faktorer enn de andre gruppene, noe som kommer til syne både i hypotesene og i gruppediskusjonen.

Denne gruppen velger å se på kreftene som virker på heisen, og ikke normalkrafta inne i heisen. Til å begynne med tegnet de inn en glatt kurve, men ble senere enige om at den burde være mer "firkantet" etter å ha diskutert hvordan motoren som styrte heisbevegelsen fungerte. Som det også kommer frem under diskusjonen tar denne gruppen hensyn til hele systemet i sine hypoteser og begrenser seg ikke til kun å se på kreftene som måles med plattformen. På denne måten trekker de inn mange viktige momenter knyttet til heisens bevegelse, slik at de kan forklare hvilke krefter som styrer heisen slik at normalkraften endrer seg. De har, som eneste gruppe, med *snordraget* (kraften fra ledning) i sine betraktninger og de presiserer at det er denne som endrer seg, ikke normalkraften. De sier videre at tyngdekraften er størst i forhold til  $F$  (snordraget) når heisen går nedover, og vice versa. Her viser de en god forståelse av Newtons lover, men kommenterer ikke situasjonen når heisen beveger seg med konstant hastighet. Dette *kan* tyde på at også denne gruppen ser på kraft og hastighet som proporsjonale, og at så lenge den ene kraften er større enn den andre, så er heisen i bevegelse i samme retning som den største kraften.

### Elevers diskusjoner og fysiske tolkninger

Her følger utdrag fra gruppediskusjonene som fant sted samtidig som elevene kjørte heis med kraftplattformen. Jeg har valgt ut sekvenser som illustrerer elevenes faglige samtaler. Jeg har organisert samtalene etter hvilket tema som

diskuteres. Her har jeg samlet utdrag fra sekvensene som tar for seg forskjellige fysiske *problemstillinger* som elevene diskuterte

### Blir man lettere i heisen?

På spørsmål om hva man kjenner i det heisen stopper, eller akselererer, kommenterer det fleste at man føler seg lettere når heisen stopper *på toppen* av heisturen. Å snakke om sin egen vekt er noe alle kan relatere seg til og viste seg å være et godt grunnlag for diskusjon, fordi alle har et forhold til det, og alle har kjent på følelsen av at man *letter* i heisen.

Meg: Hva er den følelsen man kjenner når heisen starter og stopper?

Gutt 1: Du føler at du letter når du kjører nedover, også blir du tyngre når du kjører oppover.

Jente: Man føler at man er lettere..

Meg: Ja. Men er man lettere?

Jente: Man er jo ikke lettere... man har jo fortsatt samme vekta.

Denne gruppen skriver også under "Beskriv det man kjenner når heisen starter og stopper" på svararket at: "*Kjennes lettere i aks. nedover og tyngre i aks. oppover*" som samsvarer med det de sier i diskusjonen. Dette ble starten på en diskusjon der vi diskuterte forskjellen på vekt, tyngde og masse. Dette ble også tatt opp under oppsummeringen, da hele klassen var til stede. Vi ble sammen enige om at uttrykket *vekt* egentlig er et upresist uttrykk, ettersom *vekten* tydeligvis endrer seg når man ser på kraftmåleren, noe den ikke gjør i virkeligheten. Vi hadde også en meget oppklarende diskusjon om hva uttrykket *vektløs* egentlig betyr og hva det vil si å være i vektløs tilstand og i fritt fall. Vi diskuterte også hvilke krefter kraftmåleren måler, nemlig normalkraften fra underlaget og at det er denne vi kjenner på kroppen fordi muskelspenningene i beina endrer seg. Det er dette vi

tolker som vår egen tyngde og elevene forsto at det var endringen i normalkraften, som igjen påvirket muskelspenningene, som gav følelsen av at tyngden forandret seg.

### Fart, akselerasjon, kraft

De ulike måtene å nærme seg problemstillingen på kom tydeligst frem i diskusjonen blant elevene i Gruppe 1, hvor alle mente de hadde rett, men egentlig snakket om det samme. Elevene snakker om grafen som viser normalkraften idet heisen er i ferd med å stoppe opp.

Gutt 2: Den er helt flat når vi kjører, også blir den høyere når vi bremses.

Meg: Hva er som gjør at vi får sånne topper da?

Gutt 4: Det er når akselerasjonen ikke er konstant.

Gutt 1: Ja, nei, .. jo. Når vi akselererer, i det hele tatt.

Gutt 4: Altså, når den ikke er konstant.

Gutt 1: Ja, åja.. jo, men akselerasjonen kan jo være konstant.

Gutt 4: Ja, men da er den bare res..\*utydelig\*

Gutt 2: Som for eksempel når vi kjører..

Gutt 1: Er det ikke bare "v" som endrer seg da?

Gutt 4: Ja! Akselerasjonen er ikke konstant!

Uttrykket "Den er helt flat" refererer til grafen for normalkraften som måles med kraftmåleren. Som det fremkommer av diskusjonen, diskuterer elevene **hva** som endrer seg når vi har utslag på kraftmåleren. Gutt 4 begynner med å si at "Det er når akselerasjonen ikke er konstant. Hvis Gutt 4 har en oppfatning om at (resultant)kraft og akselerasjon er proporsjonale, så er jo dette et helt legitimt utsagn, men han er veldig knapp i beskrivelsen av hva han mener, så de andre har problemer med å forstå hva han mener. Dette fører til at de andre ikke klarer å få

hans utsagn til å stemme med deres oppfatninger. Gutt 1 prøver så godt han kan å få det til å stemme, men må jobbe med utsagnet, endre litt på det og si det med egne ord for at det skal gi mening. Gutt 4 derimot er ikke like villig til å tilpasse sin teori, men står heller på sitt og repeterer det han vet er rett, i forhold til sin oppfatning. Dette er også gutten som virker mest selvsikker, noe som gjør at de andre heller velger å forandre sine egne teorier, fremfor å forsøke å tilpasse informasjonen i det han sier til sine egne teorier. Problemet i denne diskusjonen er at Gutt 4 ser på det at resultantkraften ikke er null, som et tegn på at akselerasjonen heller ikke er null, altså ikke konstant. Normalkraften er jo ikke null i utgangspunktet, den regnet de ut til å være 588 N, når alt var i likevekt. Gutt 4 har kanskje en oppfatning om at konstant henger sammen med likevekt (ingen akselerasjon) og at når noe er i bevegelse er ikke lenger kreftene i likevekt, altså ikke konstant. Gutt 1 derimot, tenker kanskje at når en kraft blir tilført og heisen beveger seg, med en konstant akselerasjon, hvor  $v$ , farten, endrer seg.

I utgangspunktet snakker de om det samme her, de er begge klar over når vi får utslag på grafen, har vi en endring i fart. Men fordi begrepene og tolkingen av dem er litt forskjellig blir de ikke enige.

### Å koble teori til praksis

Den ene av gruppene, gruppe 3, virket veldig teoretiske i sin tenkemåte, noe som kom frem både i hypotesen og under diskusjonen. Man kunne merke at de var opptatt av å gjøre rede for hva de hadde av opplysninger, hva som kunne brukes. De kommenterte det også hvis de hadde informasjon om *oppgaven* som ikke var nyttig for å løse oppgaven. I hypotesen trekker de inn luftmotstand, men kommenterer at den vil overvinnnes av de andre kreftene. De har også den *beste* hypotesen når det gjelder hvordan grafen kommer til å se ut, og hvorfor. *"Tyngdekraft er størst, i forhold til  $F$ , når heisen går ned.  $F$  er størst i forhold til  $G$ ,*

når den går oppover”. Jeg fikk inntrykk av at de prøvde å presentere det de viste som om det skulle være faktaopplysninger som ble gitt til en oppgave fra boka, eller et eksempel. Kanskje hadde elevene lært seg at dette var en effektiv måte å løse problemene på, ved å sortere og liste opp opplysningene de hadde og trekke konklusjoner ut i fra det som var kjent. Da vi kjørte i heisen og jeg spurte om hva som hadde skjedd om vi kuttet wiren, tok det litt tid før de svarte og de virket litt usikre i starten. Spørsmålet passet ikke helt inn i deres oppfatning av situasjonen, der heisen hele tiden sto i ro og summen av kreftene var null.

Elevene var allerede i gang med å forklare hvordan kreftene endret seg når de kjørte opp og ned i heisen. Samtalen forløp som følger:

Gutt 1: Når vi kjører nedover så går den ned først, og så opp når vi stopper.

*(kjører oppover)*

Gutt 1: Og oppover så blir det helt motsatt. Da går den opp først, også ned når vi kommer frem

Meg: Hvis vi nå hadde kuttet wiren, hva hadde skjedd med kreftene da?

*(pause)*

Gutt 2: Da ville vi ha... hmm

*(pause)*

Gutt 1: Da ville det ikke ha vært noen krefter,.. for da ville vi ha havna oppi der *(peker)*

Gutt 2: *(skyter inn)* Da ville kun kraften  $G$ , ha påvirket oss.

Meg: Ja..

Gutt 2: Og ikke noe motkraft fra wiren, eller fra gulvet.

Meg: Og hva hadde vi fått på måleren da?



Gutt 2: (*tenker en stund*) Vet ikke jeg... Det spørres om heisen detter... nei.

Heisen har større luftmotstand så vi kommer til å dette relativt fortere enn heisen. Et lite utslag kanskje?

Gutt 1: Så vi kommer til å stå helt i ro da, bare merke at vi føler oss lettere.

Også plutselig så... smeller det.

På videoen kan man se at guttene må stoppe opp og begynne å tenke på nytt. Det virket som flere av dem måtte sortere alle opplysningene de hadde på nytt og bygge opp teoriene fra bunnen av. Etter en stund hadde de klart å sette de nye opplysningene inn i system og var klare for å gjøre rede for den nye situasjonen. Som det fremkommer i transkriberingen så har de nå satt opp et system hvor de igjen tar hensyn til luftmotstand, som de neglisjerte i hypotesen. Etter en liten tenkepause kommer de frem til at i og med at heisen har større luftmotstand i forhold til luften i heissjakta, enn vi har i forhold til luften inne i heisen, så vil vi få et lite utslag på måleren.

Det at de tar med luftmotstand i en kontekst som denne viser igjen at de tenker på hele systemet og ikke bare hva som skjer inne i heisen. Jeg tror det at elevene var i heisen gjorde det lettere for dem å tenke over hva som ville skjedd om wiren hadde blitt kuttet. Selv om det ble en ny situasjon, så var de der, i en kontekst hvor de hadde et måleapparat som sa noe om normalkraften fra gulvet. På den måten var det lettere å se for seg hva som skjedde om *snorkraften* plutselig ble borte og kun tyngdekraften påvirket heisen og menneskene i den. I denne situasjonen tror jeg kraftplattformen var med på å gjøre situasjonen mer realistisk for disse elevene og hjalp dem å knytte sammen fysikkfaglig teori med hverdagslige erfaringer.

### Elevenes tolkninger av grafen

Under heisturen er det tydelig at elevene kobler det som vises på GLX'en opp mot det som skjer i virkeligheten. F. eks når en av dem sier: "Gutt 2: Den er helt flat når vi kjører, også blir den høyere når vi bremses opp". De oppfatter at det er nær vi bremses opp at vi får utslag på grafen, men de brukte oftere ord for å beskrive hva som skjedde med grafen, heller enn å beskrive hva som skjedde med normalkraften som ble målt. En elev bruker ord som "*normalkrafta sank*" når heisen akselererte nedover, hvor det ville vært mer korrekt å si at *normalkraften avtar*. Dette er ikke nødvendigvis noe galt å si det på den måten, men det tyder på at elevene påvirkes av konteksten de er i. De bruker andre ord for å beskrive situasjonen, fordi situasjonen er annerledes enn om de hadde sett for seg endringen i normalkraft ut i fra en tegning eller en figur i en bok.

Et annet eksempel på dette var da elevene i gruppe 2, ved å se på grafen og hvordan den endret seg, klarte å konkludere med hva som ville skjedd om wiren hadde blitt kuttet. De observerte at grafen *sank*, eller avtok når heisen akselererte nedover og kom hvert frem til at normalkraften ville synke mer og mer jo større akselerasjon de hadde og sannsynligvis gå helt mot null hvis heisen hadde vært i fritt fall.

### Begreper, virkemidler i diskusjon

Her følger forskjellige tolkninger av samtaleforløpet, gjennomgående begrepsbruk og språklige virkemidler som ble brukt. I diskusjonen vil jeg også kommentere hvordan de forskjellige samtale-metodene synes å påvirke elevenes læringsutbytte. De ulike gruppene hadde svært forskjellige måter å føre en samtale på, med positive og negative sider.

### Ulik begrepsbruk førte til uenighet

Som jeg har nevnt tidligere oppsto det i gruppe 1 en kognitiv konflikt fordi de hadde forskjellig begrepsbruk vedrørende krefter og akselerasjon. Det den gutt 4 sa passet ikke sammen med gutt 1 sine kognitive skjemaer for hvordan krefter og gravitasjon henger sammen.

Gutt 2: Den er helt flat når vi kjører, også blir den høyere når vi bremses.

Meg: Hva er som gjør at vi får sånne topper da?

Gutt 4: Det er når akselerasjonen ikke er konstant.

Gutt 1: Ja, nei, .. jo. Når vi akselererer, i det hele tatt.

Gutt 4: Altså, når den ikke er konstant.

Gutt 1: Ja, åja.. jo, men akselerasjonen kan jo være konstant.

Gutt 4: Ja, men da er den bare res.. \*utydelig\*

Gutt 2: Som for eksempel når vi kjører..

Gutt 1: Er det ikke bare "v" som endrer seg da?

Gutt 4: Ja! Akselerasjonen er ikke konstant!

Dette var gjennomgående for flere av gruppene, hvor noen snakket om endring i fart, men andre snakket om akselerasjon som var konstant, null, eller *ikke* konstant. I denne gruppen oppsto det en stemning der Gutt 4 oppførte seg veldig skråsikkert, noe som kom frem både i talemåte og kroppsspråk. De andre ble veldig usikre på grunn av dette, og trakk seg mer tilbake, mens Gutt 4 la armene i kors og sto på sitt. Det endte med at de fleste var enige i forklaringa til han som prata *høyst*.

### Begreper henter frem kunnskap

Gruppe 2 hadde vanskeligheter med å komme i gang med en god diskusjon. De virket litt usikre på hva de skulle si og det virket ikke som om noen turte å ta

ordet for å beskrive hva som skjedde. De så hva som skjedde, men hadde vanskelig for å sette ord på det. For å hjelpe dem i gang fikk de også spørsmålet om hva som hadde skjedd om noen kutta wiren.

Meg: Prøv og tenk på dette: Om dere hadde stått i heisen og noen hadde kutta wiren, hva hadde skjedd da?

(pause)

Gutt: Da hadde vi detti ned.

Jente 1: .. Jeg vet ikke jeg..

Meg: Hva hadde skjedd med kreftene da?

Jente 1: Dem hadde blitt med. Dem hadde blitt null igjen dem da. Dem hadde gått i sånn bue.. \*viser en bue i lufta\*. (En bue som ser ut som en negativ 2. gradsfunksjon, på vei ned fra toppunktet)

(pause)

Gutt: ..dem hadde blitt negativ.. nei

Jente 1: Vi hadde fått terminalfart kanskje..

Jente 2: Ja! (pause) ..men.. må det ikke vær ganske... Det tar jo litt tid før terminalfarta oppnås. Det blir sikkert ikke det, når det bare er tre etasjer.

Jente 3: Men den derre steinen..?!

Jente 1: Ja!

Gutt: (skyter inn) Skal jeg skrive noe?

Jente 1: Ja skriv at steinen fikk terminalfart, siden den var ganske lett. Så da oppnådde den det ganske fort.

Meg: Men hva er terminalfart for noe da?

Gutt: Maksfarta..

Jente 1: Konstant akselerasjon, er det ikke det?

Jente 3: ... konstant fart!

Meg: Ja, for når vi har terminal fart, så er jo det en konstant fart.

Jente 1: Ja, eller at akselerasjonen er null.

Da ei av jentene nevnte *terminalfart* var det flere som våknet opp. Dette var gruppa som hadde nevnt terminalfart allerede i starten av timen og som svarte at ”Steinen ville oppnå konstant hastighet rett etter slippet” i spørreundersøkelsen. Det virket som om begrepet terminalfart satte i gang en del kognitive prosesser og lokket frem mye av det de kunne. Jeg er usikker på ”Den derre steinen” sikter til noe de har jobbet med før, eller om det er snakk om steinene i en av oppgavne på spørreskjemaet. De hadde ikke med noen stein inn i heisen og jeg hadde heller nevnt noen stein tidligere. De koblet i hvert fall situasjonen med en fallende stein og det at heisen falt opp mot terminalfart. De ble etter hvert enige om at heisen sannsynligvis ikke ville oppnå dette med den relativt korte fallhøyden og samtalen for øvrig dreide seg ikke mer om terminalfart, men om hva som skjedde med farten, akselerasjonen, kreftene, kraftmåleren og personene inne i heisen. På denne måten virket ordet/begrepet terminalfart som en katalysator som lokket frem mye kunnskap som lå latent hos elevene. De kunne det meste fra før, men de var kanskje ikke sikre nok på seg selv til å begynne å prate om det.

Som jeg nevnte tidligere (under ”Tolkninger av grafen”) å elevene sammenhenger med at når *normalkrafta sank* (grafene på GLX'en) når heisen akselererte nedover, så ville den mest sannsynlig gå lengre ned dess større akselerasjon de hadde og gå helt mot null hvis heisen hadde vært i fritt fall.

### Forskjellig kontekst endrer språkbruk og holdning

Etter å ha analysert videoopptakene fra de tre gruppene så ser jeg klare forskjeller på hvordan samtalen fortone seg når jeg eller læreren er til stede og ikke. Da jeg var der opplevde jeg at de var flinke til å bruke faglige ord om hvordan grafen på displayet endret seg (den flater ut, øker, minker) mens de gangen jeg ikke var der brukte de heller ord om hvordan grafen *var* ”den er flat”, ”den er annerledes enn i stad”, ”den har små *tutter*”). Det var tydelig at de brukte mer beskrivende ord, og mer korrekte ord da det var en fagperson til stede. Settingen for fysikkprat var veldig annerledes og både mengden og kvaliteten på den faglige praten sank betraktelig da jeg (eller læreren) ikke var til stede. Det virket som om det var to forskjellige kontekster, hvor arbeidslyst, fagspråk og nøyaktighet var svært forskjellig.

## 6 - Diskusjon

### Hva kan kraftplattformen bidra med i mekanikkundervisningen?

Jeg observerte tidlig, allerede under piloteksperimentet, at kraftmåleren var med på å skape en god kontekst til problemer knyttet til krefter og gravitasjon. Dette ble forsterket da jeg gjennomførte opplegget på Byåsen videregående skole. Det at elevene fikk holde loggeren i hånda, samtidig som de sto på kraftmåleren, skapte en unik tilknytning til eksperimentet. Elevene gjorde også bruk av ulike representasjonsformer, på en måte som ikke er så vanlig. Elevene fikk kjenne følelsen av krefter som endret seg på kroppen, samtidig som de kunne se endringene på grafen, når måleren registrerte endringer i normalkraften. Dermed gjorde elevene bruk av både fenomenologiske, eksperimentelle og deskriptive representasjonsformer (Angell, et al., 2003).

Elevene kunne knytte sammen det de opplevde og kjente på kroppen, med målinger som ble presentert visuelt som en graf. Elevene kjenner det som "endring i fart" og "iling i magen" og man kan se utslagene på grafen, som sammenfaller med når man kjenner disse følelsene. Ved at elevene opplever alle disse tingene samtidig, er det med på å stimulere flere deler av hjernen og inntrykket av opplevelsen blir dermed forsterket (Mercer, et al., 2008).

Kraftmåleren fungerte bra som et hjelpemiddel for å forstå forskjellen på tyngde og masse. Elevene kunne se på måleren at tyngden forandret seg, men forsto godt at massen var like stor hele tiden. Konteksten rundt eksperimentet gjorde også at oppgavene ble mer interessante for elevene. Jeg kunne stille *personlige* spørsmål, "Når, i løpet av heisturen veier du mest?", istedenfor den vanlige frasen: "Alice kjører en heis som akselererer med  $1 \text{ m/s}^2$ . Hvor stor tyngde har Alice i denne perioden?". Som resultatene til Benckert et. al. (2005) også tyder på, ble

oppgavene mye mer interessante når *du* er hovedpersonen i spørsmålet. Det knytter problemstillingen fra fysikk til egne fysiske opplevelser. I dette tilfellet var ikke elevene bare hovedperson i spørsmålet, de var også hovedpersonen i eksperimentet. Det var deres tyngde som ble målt. Dette tror jeg var med på å skape en mye større tilknytning og engasjement til oppgaven.

Bruken av kraftplattformen sammen med dataloggeren Xplorer GLX var et meget nyttig verktøy i denne undersøkelsen. Både som et måleapparat og som et IKT-verktøy. I etterarbeidet med eksperimentet kan elevene importere grafene til en PC og jobbe videre med resultatene de selv har fremskaffet. Dermed får elevene trening i bruk av digitale hjelpemidler på en mer interaktiv måte og ikke bare presentasjons- og søkeverktøy.

### **Betydningen av heisen som praktisk kontekst**

Konteksten heisturen var med å skape, gjorde det også lettere for gruppene å tilpasse seg en ny problemstilling. Elevene som plutselig får en endret setting å ta hensyn til, Gruppe 3, klarer nokså kjapt å komme opp med en god teori på hva som skjer med heisen om vi hadde kuttet wiren. Jeg er ganske sikker på at de hadde løst oppgaven på en annen måte om de hadde den i skriftlig form og ble spurt om det samme. Konteksten de var i, gjorde at de klarte å se for seg hele situasjonen med en gang – Ikke bare hvordan kreftene hadde endret seg, men også hva som hadde skjedd med personene i heisen og hvordan luftmotstanden spiller inn på opplevelsen av å være i heisen i fritt fall. Elevene løste oppgaven på en måte som er mye mer koblet opp mot virkeligheten enn svaret man vanligvis er ute etter når slike spørsmål stilles i skriftlig form.

Når det gjelder bruken av kraftmåleren som verktøy for å måle og diskutere krefter under en heistur, så egner den seg nokså godt, hvis heisen man bruker har en veldefinert akselerasjons- og bremsefase. I noen heiser fikk grafen kun korte



*hakk*, fordi akselerasjonsprosessen var veldig kort og brå. Dette gjorde at det ikke var lett å se selve akselerasjonsprosessen, da normalkrafta fra underlaget i en periode blir liggende på et lavere (eller høyere) nivå i noen sekunder. I andre heiser derimot var denne prosessen så treg at det var vanskelig å se at det var noen endring og grafen viste ikke konstant akselerasjon.

I den raskt-akselererende heisen på Byåsen VGS var det nokså vanskelig å se at det var en periode der normalkraften annerledes enn når man sto stille, annet enn at man så et lokalt stort utslag på grafen. Dette gjorde at elevene til en viss grad ikke gjenkjente dette som en fase, men heller et tegn på at akselerasjon skjedde. I den trege heisen derimot så man ikke akselerasjonsfasene fordi det var en langsom endring i kraft. Dette viser at det er viktig å finne en heis med en akselerasjon som passer med det man vil vise. Men det kan også være nyttig å diskutere med elevene hvorfor grafen blir som den blir og at man ikke kan kritisere naturen for ikke å være svart hvit. For å illustrere at det man har regnet på i timen stemmer overens med naturen, er det selvsagt en fordel at grafen til en viss grad er representativ.

## Hva kjennetegner elevenes gruppediskusjoner i denne konteksten?

### Gruppenes ulike samtalefokus

Jeg ser visse sammenhenger mellom *kvaliteten* på samtalene og hvordan gruppene presterte på spørreundersøkelsen før forsøket. Gruppene med elever som gjorde det bra på testen hadde til dels bedre samtaler da vi var i heisen. Med det mener jeg at de kom fortere i gang med det de skulle gjøre og at samtalene hadde et høyere nivå enn hos de som ikke gjorde det så bra. Et spørsmål elevene skulle svare på, enten ved å skrive på arket, eller ta opp i diskusjonen, var "Beskriv det man kjenner når heisen starter og stopper". Gruppe 3 skriver følgende: "*Kjennes lettere i aks. nedover og tyngre i aks. oppover*". Gruppe 2 svarer

"iling i magen" mens gruppe 1 svarer "endring i fart". Dette viser at elevene oppfattet situasjonen forskjellig og legger vekt på forskjellige egenskaper ved opplevelsen. Dette er i tråd med hva Hodson og Hodsons (1998) teorier hvor de argumenterer for at elevenes erfaringsverden er med på å farge opplevelsen av en situasjon.

Den beste diskusjonen opplevde jeg i gruppen der de i utgangspunktet var helt blanke, men da en av dem sa et ord, så bygget de videre på det andre sa og på ting de kunne fra før og i løpet av kort tid hadde de diskutert seg frem til løsningen. Dette viser at de sosiale interaksjonene mellom elevene satte i gang tankeprosesser og hentet frem kunnskap som ledet elevene frem mot det riktige svaret.

### **Roller og språkbruk**

Noen av elevene hadde tydelige roller – de som sto på plattformen, holdt kamera, mens de andre rollene (leder, sekretær, skeptiker) ble nokså utydelige. Jeg tror fremdeles at slike roller kan være nyttig å benytte i slike situasjoner, men som (Johnson, Johnson, Aakervik, & Haugaløkken) argumenterer for, må elevene være inneforstått med hva det vil si å ha en rolle. De må ha en motivasjon for å fylle sin rolle, for at det skal være meningsfullt for gruppen og lærings situasjonen (Johnson, et al., 2006). I dette tilfellet var det spesielt viktig for lederen i gruppa å følge sin rolle, som var å holde diskusjonen i gang, men jeg opplevde at dette ikke fungerte optimalt.

Filmopptakene viser at når det ikke var noen faglige personer i til stede som kunne veilede og stilte spørsmål, så var det svært få faglige diskusjoner i heisen. En av grunnene kan være at elevene ikke følte seg spesielt knyttet til dette eksperimentet og mangler en *indre motivasjon* for jobbe aktivt med eksperimentet. Woolfolk (2004) skriver/mener/sier om indre motivasjon at det

som driver elevene er en vilje til å overvinne problemet, grunnet personlige interesser og engasjement. ”aktiviteten i seg selv er belønning nok” (Woolfolk, 2004). En annen grunn kan være at de faglige begrepene ikke er innarbeidet som en del av elevenes eget språk, slik at de ikke spontant gjør bruk av dem.

Observasjonen understreker uansett lærerens viktige rolle. Etter mine erfaringer er ikke en gruppediskusjon uten faglig veiledning spesielt fruktbart. I dette tilfellet skyldtes nok det at det var veldig mye nytt for elevene på én gang. Heisene på Byåsen VGS var kun til bruk for vedlikeholdspersonale og personer med funksjonshemminger og det virket som om elevene ble oppspilt av situasjonen, fordi de gjorde noe *ulovlig*.

For at gruppediskusjoner uten veiledning skal være fruktbare i en kontekst som dette er det veldig viktig å gi elevene tydelige arbeidsoppgaver og klare roller. For å gjøre dette kan man gjøre øvelser hvor elevene blir tvunget til å følge en rolle, som kanskje virker helt unaturlig for dem å spille (Johnson, et al., 2006). På den måten får de trening i å fylle en rolle.

### Hvilke meninger vinner frem

Blant de tre gruppene jeg observerte var det interessant å se hvilke meninger som vant frem i diskusjonen. Det var nemlig ikke gitt at det var den som viste mest, eller best, som fikk gehør for sin mening. I gruppe nr 1 var det gutten som fremsto som mest selvsikker som *vant* diskusjonen. I denne gruppen var de kritiske til hverandre, stilte spørsmål og kommenterte hverandre men elevene hadde problemer med å kommunisere, rett og slett fordi deres språk assosiasjoner til ordene de brukte var så forskjellig. Elevene fokuserte også mer på at det de sa var det riktige, istedenfor å prøve å forstå hva de andre mente. Eleven som vant frem brukte, sannsynligvis uten å være klar over det, noen hersketeknikker, som gjorde at de andre deltagerne ble usikre og etter hvert ga etter for han. I gruppe

to var det ingen elever som pekte seg ut som *vinner* der var det et kollektivt samarbeid som gjorde at gruppen kom frem til et svar. De bygde på hverandres utsagn og korrigererte både seg selv og de andre i prosessen. Douglas Barnes (2008) trekker frem dette som en av de mest lærerike formene for samarbeid. Selv om samtalen ofte skiftet retning bygde elevene hele tiden på hverandres utsagn, og sammen med deres bakgrunnskunnskaper og et ønske om å komme frem til riktig svar, kunne de etter hvert konkludere. Disse elevene gjorde bruk av det Barnes kaller *exploratory talk*, en utforskende samtale og ikke *presentational talk*, en presenterende samtale (Barnes, 2008)

I gruppe tre var det hovedsakelig han som fremsto som mest sikker på sin egen kunnskap som styrte diskusjonen. De andre sluttet seg til han og var stort sett enig. Det var denne eleven som sørget for fremgang i diskusjonen. Barnes trekker også frem dette som en god læringsform, fordi de andre elevene i gruppa stoler på at den mest kunnskapsrike kan det han snakker om, og han gjør det på en måte som virker naturlig for dem. Han som snakker må samtidig jobbe aktivt for å presentere det han vet på en strukturert måte, som setter krav til forståelse og organisering av kunnskap (Mercer, et al., 2008)

## 7 - Refleksjoner og anbefalinger

I dette kapittelet vil jeg gi noen refleksjoner over eget arbeid i oppgaven. Samtidig gis noen anbefalinger for videre bruk av resultater og erfaringer.

### Pretest

Selv om pretesten avdekket misoppfatninger hos elevene, har jeg i ettertid sett flere svakheter med undersøkelsen. Jeg gapte over litt for mye, da jeg både ønsket å undersøke misoppfatninger og ulike oppgavekontekster. Til det var skjemaet altfor lite. Riktignok fant jeg tegn på misoppfatninger og tilbakemeldinger på at konteksten i oppgavene, formen, var viktig for hvordan elevene tolket oppgaven, men for å være et gyldig analyseverktøy burde jeg ha fokusert på å undersøke én ting.

Noen av oppgavene var for lette og noen av oppgavene var litt for vanskelig formulert for elever i videregående skole. For å teste ulike forestillinger hos elever i videregående skole burde jeg ha tilpasset oppgavene mer til deres nivå. Hestenes, et al har mottatt kritikk for at deres undersøkelse, eller spørsmålene i den, ikke nødvendigvis måler misoppfatninger, men heller elevenes evne til å tolke konteksten i oppgaven (Huffman, 1995). Huffman et. al hevder at oppgavene i stor grad tester om elevene husker hvilke konsepter som kan knyttes til oppgaver med f. eks en fallende stein.

### Hypotesene

Da elevene utarbeidet hypotesene ble de bedt om å forklare hvilke krefter som endret seg. Jeg kunne nok ha gjort et større poeng ut av at de også måtte forklare med ord og/eller matematisk hvordan dette skjedde og poengtert at det bør være samsvar mellom hvordan de uttrykker hypotesen med ord og hvordan grafen deres ser ut på tegningen. Jeg synes det virket hensiktsmessig å be elevene tegne

grafen for hvordan normalkraften endret seg. For det første er det en god trening å uttrykke faglig kunnskap ved hjelp av tegninger og figurer, men også fordi elevene senere skulle av- /bekrefte hypotesen ved å sammenligne den med den grafen som fremkommer på GLXen.

Det kan diskuteres hvor lurt det var å bruke "når ... **veier** du mest?", når man vet hvor unøyaktig de begrepene kan være, men jeg valgte å gjøre det på den måten, for å kunne gjøre et poeng av den vesentlige forskjellen på tyngde og vekt/masse, enten under heisturen, eller i oppsummeringen av timen.

### Gjennomføringen

En grep jeg kunne ha gjort var å stille flere krav til hva elevene skulle gjøre i heisen. De kunne ha fått flere konkrete oppgaver og spørsmål de skulle svare på. Jeg valgte å ikke gjøre dette fordi jeg ønske at elevene skulle ha en diskusjon som var så åpen som mulig for å "måle" hva de tenker i en situasjon som dette, hvor det er mye som er nytt. I og med at de ikke hadde brukt en kraftplattform før var jeg interessert i at de skulle oppdage ting selv og ikke bli styrt av krav og oppgaver.

Som det kommer frem av hypotesene og spørreundersøkelsen har elevene forskjellige syn på sammenhengen mellom krefter, gravitasjon og fart. Og hvis man leser hypotesene deres, ser man at elevene også har svært forskjellige måter å uttrykke sine oppfatninger på. Noen er mer teoretiske og forholder seg til ligninger og formler, mens andre beskriver sammenhenger med ord. Hvordan man representerer fysiske enheter er veldig individuelt og kan variere fra strengt matematisk til mer folkelig og beskrivende. For eksempel Newtons andre lov: For noen så holder det å si at *Kraft er lik masse ganger akselerasjon*. Da er det gitt at man forstår implikasjonen av at et legeme utsettes for en kraft. For andre kan en god beskrivelse av loven være: *Når en kraft virker på et legeme med en gitt masse,*

*akselereres legemet. Akselerasjonen er proporsjonal med størrelsen på kraften.* I begge tilfellene er det et helt system av assosiasjoner og konnotasjoner knyttet til begrepene som brukes og for ikke-fysikere er det ikke sikkert at noen av setningene gir noe mening. Men det er ord og setninger som dette, satt i kognitive, som utgjør oppfatningen vi har av et konsept. Dette systemet kan være bygget opp på en måte der det gir mening fordi man har en forståelse for alle ordene og konseptene som inngår i systemet. Og når alt dette gir mening har man en relasjonell forståelse av konseptet (Woolfolk, 2004). Er systemet derimot basert på pugging av en ordlyd, kan det i mange tilfeller kun gi en instrumentell forståelse (Woolfolk, 2004). Noen velger også å starte med ordlyden og jobbe med den helt til den gir mening. Uansett hvilken metode som er brukt for å lære seg stoffet, kan det være vanskelig å vite om eleven har en relasjonell eller instrumentell forståelse kun ut i fra skrevne ord, slik som i hypotesene. Under en gruppediskusjon er det derimot lettere å avdekke hva slags forståelse elevene har, fordi elevene tvinges til å sette egne ord på kunnskapen de har. De må kunne beskrive situasjonen på en slik måte at det ikke bare gir mening for en selv, men også for alle som hører på. Dette er svært viktig for at gruppediskusjonen skal være fruktbar, for hvis en av deltagerne snakker *over hodet* på de andre, eller bruker et språk som er altfor upresist kan resultatet fort bli frustrasjon misnøye blant de involverte.

### Etterarbeid

For at et slikt arbeid virkelig skal være fruktbart er det viktig med en oppsummering av hva man har observert, se på målingene og diskutere tolkninger og eventuelle feilkilder. Under en oppsummering får mulighet til å gjenspeile hva man opplevde i heisen og igjen sette ord på det man observert.

Det vil for eksempel være svært viktig å diskutere målingen gruppe to gjorde (Figur 8), der grafen i akselerasjonsfasene hadde form som en 2. gradsfunksjon. Selv om grafen deres stemte nokså godt med hypotesen, så kan både hypotesene og den målte kraften ansees som *feil*, rent fysikkfaglig. Ikke fordi de målte feil, men det var feilkilder i heissystemet som gjorde at grafen ble svært avrundet. Det kan være nyttig lærdom å se at naturen (eller mekanisk utstyr) ikke er så svart-hvit, som vi ofte antar i våre eksempler og oppgaver. Vi antar for det meste at vi har diskrete verdier innenfor gitte tidsintervall, men i praksis er overgangene ofte mer flytende. Slike observasjoner kan være nyttige å se på i en sammenheng hvor man ønsker å sammenføre teori og praksis. Og ikke minst: Hva man må huske å ta hensyn til når man skal bruke teori i praksis. Dette er noe som i lang tid har vært et problem ved fysikkfaget og som stadig blir pekt på som en grunn på hvorfor fysikk er så vanskelig å se nytten av (Angell, et al., 2003).



## 8 - Konklusjon

Resultatene fra undersøkelsen viser at kraftplattformen har et godt potensial for undervisning i mekanikk fordi den kobler sammen ulike representasjonsformer i fysikk. Målingene presenteres i sanntid og elevene kan se teori og eksperimentelle resultater i sammenheng med egne opplevelser av fenomener med krefter og bevegelse.

Plattformen er med på å skape en kontekst som legger til rett for gruppediskusjoner som kan bidra til elevers forståelse av mekanikk og i tillegg bidra til muntlige ferdigheter i fysikk, som er en av de grunnleggende ferdighetene læreplanen angir. Resultatene viser at hvis samtalene skal være fruktbare forutsetter det at læreren er tilstede som veileder.

*“Den viktigste av alle pedagogiske oppgaver er: Å formidle til barn og unge at de er i stadig utvikling, slik at de får tillit til egne evner og anlegg”*

(Kunnskapsdepartementet & Utdanningsdirektoratet, 2006)

## Litteraturliste






- Angell, C. (1996). *Elevers fysikkforståelse : en studie basert på utvalgte fysikkoppgaver i TIMSS*. Oslo: Universitetet i Oslo, Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling.
- Angell, C., & Bungum, B. (2010). *Å lære fysikk*. Upublisert manus.
- Angell, C., Henriksen, E. K., & Isnes, A. (2003). Hvorfor lære fysikk? Det kan andre ta seg av! Fysikkfaget i norsk utdanning: innhold-oppfatninger-valg *Naturfagdidaktikk. Perspektiver, forskning, utvikling*, 165-198.
- Baldy, E. (2007). A new educational perspective for teaching gravity. *International Journal of Science Education*, 29(14), 1767-1788.
- Barnes, D. (2008). Exploratory talk for learning. In N. Mercer & S. Hodgkinson (Eds.), *Exploring talk in schools : inspired by the work of Douglas Barnes* (pp. XVIII, 189 s.). Los Angeles: Sage publ.
- Benckert, S., Petterson, S., Aasa, S., Johansson, O., & Norman, R. (2005). Gruppdiskussjoner rundt kontekstrikke problem i fysik - Hur ska problemen utformas. *NorDiNa*, 2(2), 14.
- Clement, J. (1982). Students Preconceptions in Introductory Mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66-71.
- Duit, R. (2009). Bibliography - Students' and Teachers' Conceptions and Science Education. In I.-L. I. f. S. E. a. t. U. o. Kiel (Ed.). Kiel.
- Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985a). Common-Sense Concepts About Motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056-1065.
- Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985b). The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043-1055.
- Heller, P., & Hollabaugh, M. (1992). Teaching Problem-Solving through Cooperative Grouping .2. Designing Problems and Structuring Groups. *American Journal of Physics*, 60(7), 637-644.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141-158.
- Hodson, D., & Hodson, J. (1998). From constructivism to social constructivism: a Vygotskian perspective on teaching and learning science. *School science review*, 79(289), 18.
- Huffman, D. D. (1995). What Does the Force Concept Inventory Actually Measure? *The Physics Teacher*, 33(3).
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., Aakervik, A. O., & Haugaløkken, O. K. (2006). *Samarbeid i skolen : pedagogisk utvikling - samspill mellom mennesker* (4. rev. utg. ed.). Namsos: Pedagogisk psykologisk forl.
- Kolstø, S. (2008). Science education for democratic citizenship through the use of the history of science. *Science & education*, 17(8), 977-997.
- Kunnskapsdepartementet, & Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplanverket for Kunnskapsløftet* (Midlertidig utg. juni 2006 ed.). v publiseringen. sdirektoratet ,.
- Leach, J., & Scott, P. (2003). Individual and Sociocultural Views of Learning in Science Education. *Science & education*, 12(1), 91-113.
- Mercer, N., Barnes, D., & Hodgkinson, S. (2008). *Exploring talk in schools : inspired by the work of Douglas Barnes*. Los Angeles: Sage publ.
- Palmer, D. (2001). Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity. *International Journal of Science Education*, 23(7), 691-706.
- PASCO. (2009). PASPORT - Force Platform instruction manual. In P. scientific (Ed.), *PASCO scientific* (Vol. 2010, pp. Instruction manual pdf). Roseville: PASCO scientific.

- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Robson, C. (2002). *Real world research : a resource for social scientists and practitioner-researchers* (2nd ed.). Oxford: Blackwell.
- Scott, P., Asoko, H., & Leach, J. (2007). Student conceptions and conceptual learning in science. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. XIV, 1330 s.). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Selfors, S. (2000). Med språket som våpen - En pragmatisk introduksjon av et semiotisk og retorisk perspektiv på kommunikasjon og påvirkning. *KUNNE Nedtegnelser*, 6(00).
- Sequeira, M., & Leite, L. (1991). Alternative conceptions and history of science in physics teacher education. *Science Education*, 75(1), 45-56.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse : en kritisk fagdidaktikk* (3. utg. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Woolfolk, A. (2004). *Pedagogisk psykologi*. Trondheim: Tapir akademisk forl.

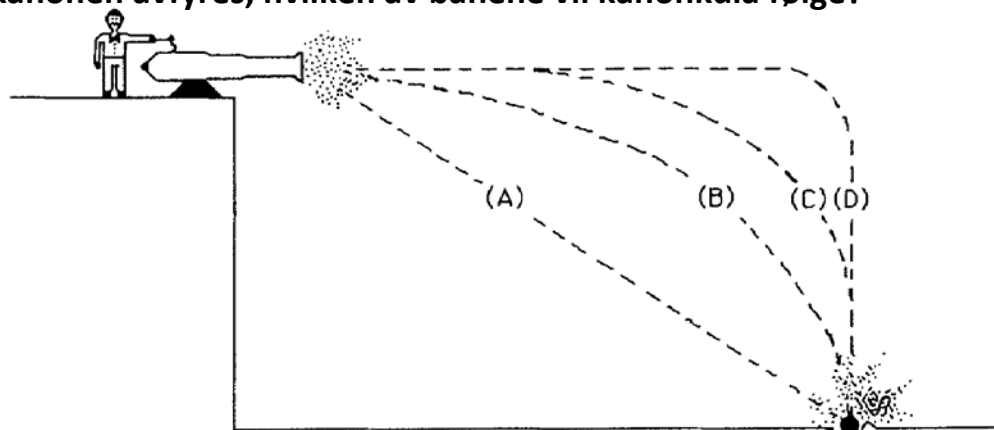
## Spørreundersøkelse for LUR-studenter

Dette er en uoffisiell spørreundersøkelse som handler om fysikk og mekanikk. Den vil ikke ta spesielt tid å gjennomføre. Jeg skal bruke resultatene i et fag som tar for seg fagdidaktisk forskningsmetode (RFEL3092) og jeg skal bruke undersøkelsen for å kartlegge kunnskap i, og holdning til fysikk, blant LUR-studenter. Undersøkelsen er ikke en prøve, så du behøver ikke bekymre deg for å få alt *rett*.

### 1. Når virker tyngdekraften/gravitasjonen på steinen? Kryss av (Ja/Nei)

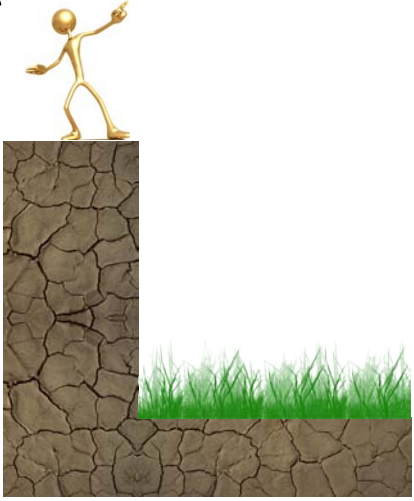
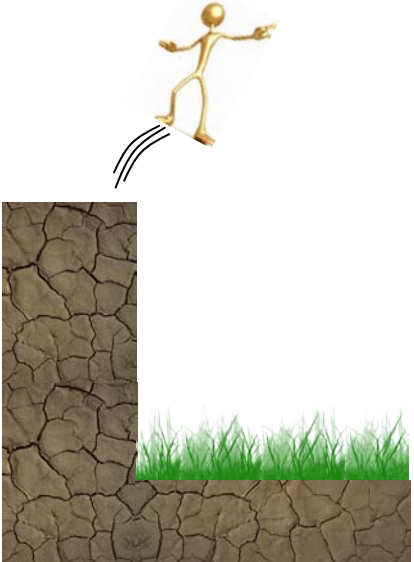
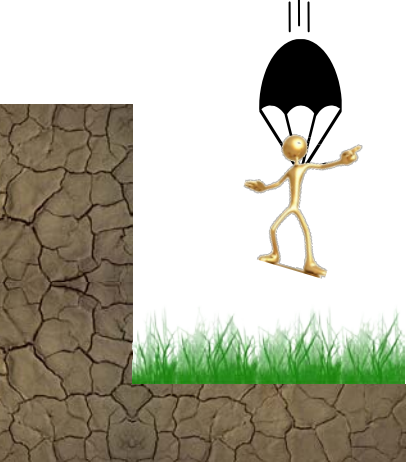

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
				
A) Steinen kastes oppover	B) Steinen når toppen, stopper og snur.	C) Steinen faller nedover	D) Steinen ligger på bakken	E) Steinen ligger begravet under bakken
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nei	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nei	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nei	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nei	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nei

### 2. Når kanonen avfyres, hvilken av banene vil kanonkula følge?



Sett kryss:

- Bane A     
  Bane B     
  Bane C     
  Bane D

<p><b>A</b></p>  <p>A) Personen står på en høy kant, klar til å hoppe med fallskjem</p>	<p><b>B</b></p>  <p>B) Personen tar sats og hopper ut i lufta</p>
<p><b>C</b></p>  <p>C) Personen utløser fallskjermen og daler sakte nedover</p>	<p><b>D</b></p>  <p>D) Personen står med beina trygt planta på jorda</p>

**3. I hvilke tilfelle(r) virker tyngdekraften/gravitasjonen virker på personen?**  
(Flere svar kan være riktig)

- Situasjon A     Situasjon B     Situasjon C     Situasjon D

**4. I hvilket tilfelle påvirkes personen mest av tyngdekraften?**

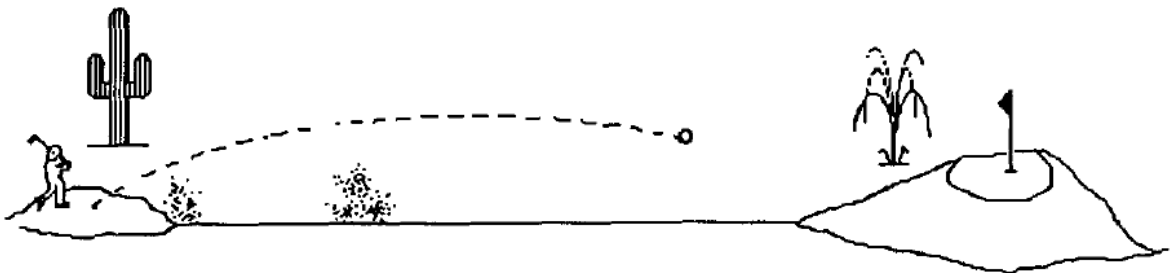
- A, tyngdekraften er størst når personen står på kanten
- B, tyngdekraften er størst når personen er i lufta
- C, tyngdekraften er størst når personen henger i fallskjermen
- D, tyngdekraften er størst når personen står på bakken
- Tyngdekraften er like stor i alle tilfellene

**5. Du kaster en ball så høyt du kan. Hvis du ser bort fra luftmotstand, hvilke krefter virker på ballen inntil den lander på bakken?**

- Ballens tyngde virker vertikalt nedover sammen med en jevnt minkende kraft oppover
- En jevnt minkende kraft oppover fra det øyeblikket ballen forlater handa og til toppunktet, deretter en jevnt økende gravitasjonskraft etter hvert som ballen kommer nærmere bakken
- En konstant gravitasjonskraft virker nedover sammen med en kraft oppover som minker jevnt helt til ballen når toppunktet. Deretter virker bare den konstante gravitasjonskraften.
- Bare den konstante gravitasjonskrafta.
- Ingen av alternativene over.

**6. En stein som blir sluppet fra taket på en bygning ned mot bakken:**

- vil nå toppfart rett etter sluppet og faller deretter med konstant fart mot bakken
- øker farten mens den faller, hovedsakelig på grunn av at tiltrekningskrafta fra jorda øker etter som steinen kommer nærmere bakken
- øker farten på grunn av den konstante gravitasjonskrafta som virker på den
- faller på grunn av den naturlige tendensen alle objekter har for å falle mot jorda.
- faller på grunn av kombinasjonen av gravitasjonskraft og lufttrykk som dytter den nedover.



**7. En golfball følger en bane gjennom lufta som ligner den du ser på figuren.**

Hvilke(n) av de følgende krefter virker på ballen mens den er i lufta? (Sett kryss)

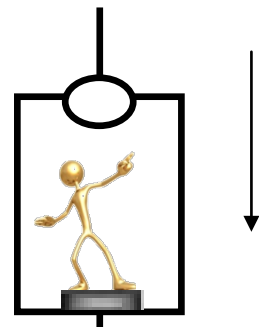
- |                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| <b>1. Tyngdekrafta</b>      | <input type="checkbox"/> Bare 1    |
| <b>2. Krafta fra slaget</b> | <input type="checkbox"/> 1 og 2    |
| <b>3. Luftmotstand</b>      | <input type="checkbox"/> 1, 2 og 3 |
|                             | <input type="checkbox"/> 1 og 3    |
|                             | <input type="checkbox"/> 2 og 3    |

**8. En kraftmåler er som en badevekt og måler tyngden av noe, i Newton (N): I hvilken størrelsesorden vil resultatene være, om du stiller deg på en slik kraftmåler? (Tyngdeakselerasjonen på jorda er ca  $10\text{m/s}^2$ )**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> ~1N ( $10^0$ N)   | <input type="checkbox"/> ~1000N ( $10^3$ N) |
| <input type="checkbox"/> ~10N ( $10^1$ N)  | <input type="checkbox"/> ~10kN ( $10^4$ N)  |
| <input type="checkbox"/> ~100N ( $10^2$ N) | <input type="checkbox"/> Vet ikke           |

**9. Hvis du står på en kraftmåler, i en heis på vei ned, når vil den gjøre størst utslag?**

- Før den begynner nedfarten
- Idet den begynner nedfarten
- Under nedfarten
- Når den er i ferd med å stoppe
- Når den står stille
- Den vil vise det samme hele tiden



**10. Hadde du fysikk (2FY, 3FY, Fysikk 1, Fysikk 2) på VGS?**

- Ja, i 1 år     Ja, i 2 år
- Nei

**11. Kjønn/alder?**

- Gutt
- Jente        .....År

**12. Hvilken linje går du på? (På LUR)**

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Matte/Fysikk  | <input type="checkbox"/> Matte/Kjemi   | <input type="checkbox"/> Matte/Naturfag |
| <input type="checkbox"/> Matte/Biologi | <input type="checkbox"/> Kjemi/Biologi | <input type="checkbox"/> Matte/IT       |

**13. Hva er ditt forhold til fysikk?  
"Fysikk ... "**

- .. er HAT. Jeg skyr det som pesten!
- .. holder jeg meg unna, så lenge som mulig
- .. sikkert viktig, men ikke for meg.
- .. helt greit, men det kan være litt vanskelig.
- .. er et bra fag. Alle bør kunne litt fysikk.
- .. er veien, sannheten og meningen med livet!

**14. Hvordan tror du at du gjorde det på denne testen?**

- Bra, tror jeg har det meste riktig
- Nokså bra, noen feil kanskje
- Midt på treet
- Ikke særlig bra, dette var vanskelig
- Katastrofe

Takk for at du tok deg tid til å svare på denne uoffisielle, men samtidig ganske viktige spørreundersøkelsen. I løpet av dagen vil det mest sannsynlig skje noe bra, som du kan tolke som en takk for at du tok deg tid til dette. Resultatene vil publiseres hvis de på noen måte er hårreisende eller svært bekymringsverdige.

# Hypotese-side:

---

Hvilke krefter endrer seg når man kjører heis?

Hvilke krefter vil endre seg når dere kjører heis?

Hvordan tror dere målingen på dataloggeren vil se ut når dere kjører. Tegn og beskriv hva som skjer. Beskriv også hvor dere er på turen. Oppe, nede, start, stopp.



## Resultat-side:

---

Hvilke krefter endrer seg når man kjører heis?

Hva skjer med vekta når man kjører?

Beskriv det man kjenner når heisen starter og stopper:

Stemte hypotesen med de observerte resultatene? Hva var annerledes og hvorfor?