

# Har du draget? – En undersøkelse av ingeniørstudenters kunnskaper og ferdigheter i mekanikk etter eksamen

P. Thorvaldsen, T. Sjursen, og T. Buanes,  
Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap, Høgskulen på Vestlandet, Norge

**SAMMENDRAG:** I artikkelen presenteres en ny måte å måle kvaliteten i studenters læringsutbytte og undervisningen, ved at det foretas en ny vurdering av kunnskap og ferdigheter i fysikk en god stund etter avlagt eksamen i emnet. Denne vurderingen tyder på at studentene mangler konseptuell forståelse av mekanikk og har lite læringsutbytte i fysikk. Undersøkelsen gjenspeiler at studentene tror de innehar god/tilstrekkelig kunnskap. Det er spesielt interessant, og vi fremsetter hypotesen at dette skyldes undervisningsmetode. Denne måten å evaluere kunnskap på, ved å foreta en test en gitt tid etter avlagt eksamen kan være et godt redskap for å måle en faktisk oppnådd forståelse av fysikk. Videre vil resultatene kunne hjelpe oss til å vri læringsutbyttmålene i retning av konseptuell forståelse istedenfor det nåværende søkelys på det å kunne anvende fysikkens lover. Den foreslåtte metoden kan ha stor overføringsverdi til andre emner.

**NØKKELOD:** Kvalitet, Vurdering, Fysikk, Konseptuell forståelse

## 1 INTRODUKSJON

Fysikk er et disiplinlag som inngår i alle ingeniørstudier. Fysikk er vitenskapen om den livløse delen av naturen, om hvordan universet er bygget opp og om kreftene som virker på og mellom alt som utgjør universet [1]. I de nasjonale retningslinjer for ingeniørutdanning [2] står det at «Fysikkundervisningen for alle studieretninger må inneholde en konsolidering og fordypning av studentens kunnskaper i klassisk (grunnleggende mekanikk, herunder fart, akselerasjon, krefter og Newtons lover på vektorform; arbeid, energi, effekt og bevaringslover) fysikk.» En ser at klassisk mekanikk vektlegges og det skal bygges videre på de kunnskaper og ferdighetene studentene allerede har opparbeidet seg.

I stortingsmelding 16 Kultur for kvalitet i høyere utdanning [3] kreves det at studentene skal oppnå best mulig læringsresultater og personlig utvikling og at undervisningen skal være studentaktiv. «Selv om forelesninger kan fungere godt, er de ikke alene spesielt godt egnet for dybdelæring. Dette taler for at forelesningen i større grad bør erstattes eller kombineres med undervisningsformer der studenten selv spiller en mer aktiv rolle».

Hva er kvalitet i utdanning og hvordan kan den måles og eventuelt forbedres? Det er omtrent like mange meninger om kvalitet som det er pedagoger, undervisere og studenter. Kristin Clement som var utdannings og forskningsminister fra 2001 til 2005 og stod for Kvalitetsreformen i høyere utdanning [4] formulerte det slik i et foredrag i P2-akademiet [5]: «Det er gjort flere forsøk på å finne kriterier for hva som er kvalitet både i høyere utdanning og i grunnopplæringen. De fleste ender opp med en lang liste med kriterier, men det er særlig tre perspektiver som synes å gå igjen.

- For det første vises det til de ytre rammene for undervisningen i form av ressurser, som for eksempel bevilgninger, antall lærere, lokaler og utstyr.
- Det andre kriteriet legger vekt på selve læringsprosessen, og omfatter bl.a. innholdet i undervisningen, hvordan undervisningen er lagt opp og hvilke metoder som benyttes.
- Et tredje kvalitetskriterium omtales ofte som resultat kvalitet, det vil i korthet si elevens eller studentens utbytte av utdanningen, ikke bare i form av karakterer, men i form av et helhetlig læringsutbytte.»

Artikkelen konsentrerer seg om de to siste kriteriene for kvalitet. Ved å bruke en ny måte å vurdere studentenes læringsutbytte, nemlig ved å foreta en test av fysikkforståelse en stund etter avlagt eksamen, kan man evaluere resultat kvaliteten og kvaliteten på selve læringsprosessen. Det siste kan brukes til å forbedre undervisningsmetoder og læringsstrategier. Fra TIMSS Advanced [6] er det fremlagt

alarmerende rapporter om den synkende kvaliteten i fysikkfaglig kunnskap og forståelse blant elever i den videregående skole. Denne artikkelen tar sikte på å kartlegge læringsutbytte av fysikkundervisning i høyere utdanning, ved å teste fysikk-kunnskapen til et utvalg ingeniørstudenter ved Høgskulen på Vestlandet. Det presiseres at artikkelen er ment som et «proof of concept», med søkelys på metoden. De fremlagte resultatene kan leses som en tendens. En større og mer omfattende kartlegging er nødvendig for å dra konklusjoner om ingeniørstudenters utbytte av fysikkundervisningen og hvorvidt den bør endres for å oppnå høyere kvalitet. Vi har valgt å sette søkelys på studentenes evne til å anvende Newtons lover i denne studien. Newtons lover står sentralt i vår makroskopiske konseptuelle forståelse av naturen rundt oss. Kunnskap om Newtons lover vektlegges også spesielt i nasjonale retningslinjer for ingeniørutdanning [2].

## 2 DATA OG METODE

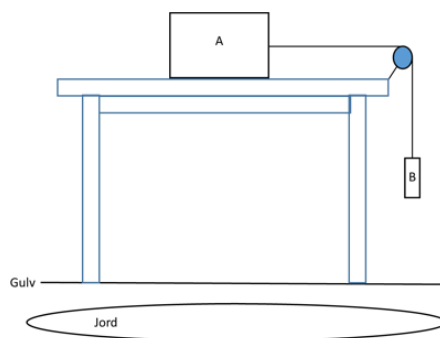
Undersøkelsen ble gjennomført med elektrofagstudenter ved Høgskulen på Vestlandet som hadde avlagt sin siste fysikkeksamen for ett eller flere semestre siden. Undersøkelsen har blitt gjennomført med to avgangskull. Basert på resultater fra disse to årskullene valgte vi å gjøre det samme i en andre klasse i elektronikk for å se om avstand i tid til eksamen hadde noe å si for resultatene.

Datainnsamlingen ble delt inn i to elementer. Den første delen kartla studentenes egen oppfatning av eget kunnskapsnivå innen mekanikk og deres forhold til faget. Det var fem spørsmål av generell art.

- Hvilket fysikkemne som var lettest?
- Hva synes du om snordragsoppgaver?
- Du synes fysikk var? – vanskelighetsgrad
- Du synes fysikk var? – følelser for
- Er fysikk nødvendig?

Denne undersøkelsen ble gjort med det direkte responssystemet Kahoot. 71 studenter responderte. Det var 36 studenter i avgangskull 2019, 22 studenter i avgangskull 2020 og 14 studenter i elektronikk andre klasse som deltok i undersøkelsen. Utfra disse svarene kan vi konkludere med at studentene som deltok i undersøkelsen synes at temaet *Newtons lover og krefter* er lettest av de fire temaene som utga svaralternativene.

På figuren har vi en klosse A med masse  $m_A$  og et lodd B med masse  $m_B$ . Bordet er svært glatt, snoren svært lett og trinsen masseløs og uten friksjon.



### Klassisk snordragsoppgave

- Tegn figur med alle kreftene som virker på klossen og lodd
- Forklar tydelig hvordan du regner ut akselerasjonen for klossen. Finn formel
- Finn snorkraften (snordraget) på klossen og loddet
- Vi stanser klossen og holder den i ro. Hvor stor blir snorkraften da?

Fig. 1. Oppgaven som studentene ble bedt om å gjøre

Etter det ble det delt ut uten forvarsel en snordragsoppgave for å teste kunnskapen i Newtons mekanikk. Oppgaven er velegnet til å avsløre om studentene har en god konseptuell forståelse av mekanikk og kan bruke den kunnskapen i praksis. Oppgaven er gjengitt i Figur 1.

Studentene ble bedt om å oppgi forkunnskaper og fikk et ark til å gjøre oppgaven på slik at en i ettertid kunne se hvordan de hadde arbeidet med den. Det ble avsatt en halv time til oppgaveløsning og det var kun få studenter som satt tiden ut. 45 studenter gjennomførte denne delen av undersøkelsen.

I etterkant ble materialet analysert i form av enkle statistikker og grundig gjennomgang av alle besvarelsene for å se etter kollektive mønster og hvor studentene mestret eller eventuelt feilet.

### 3 RESULTATER

#### 3.1 Undersøkelse

Tabell 1.

Spørsmål				
Hvilket fysikkemne var lettest?	Newtons lover og krefter	Energi	Termofysikk	Moderne fysikk
# responser	52	12	2	5
Hva synes du om snordragsoppgaver	Uforståelige	Vanskelige	Lette	Har ikke hatt
# responser	8	29	29	2
Du synes fysikk var	Lett	Overkommelig	Forståelig	Vanskelig
# responser	5	35	16	11
Du synes fysikk var	Moro	Kjekt	Sånn passe	Nitrist
# responser	18	25	23	6
Er fysikk nødvendig?	Ja	Tja	Tnei	Nei
# responser	60	8	1	2

#### 3.2 Oppgave

Etter at undersøkelsen var utført ble studentene informert om at de skulle gjøre en snordragsoppgave for å teste påstanden om at Newtons lover og krefter var det enkleste. I det første tredjekull avgangskullet forlot 24 studenter lokalet umiddelbart, og kun tolv tok testen. Avgangskullet som ble testet året etter var det kun 3 studenter som gikk og 19 tok testen. I andre års elektronikk-klasse gjennomførte alle 14 testen. Resultater fra de tre testene med snordragsoppgaven er gjengitt i Figur 2.

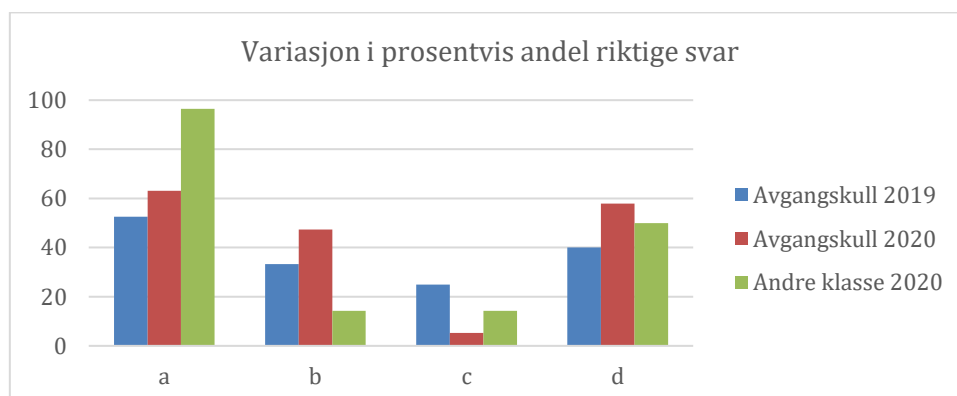


Fig. 2. Variasjon i resultater basert på kull og avstand fra avlagt eksamen

#### 4 RESULTATER

Undersøkelsen viser at studentene klart mente at Newtons lover og krefter er lettest. På spørsmålet om hva de syntes om snordragsoppgaver spriker svarene litt mer, men de fleste responderte at de var enten lette eller vanskelig. At så mange mente snordragsoppgaver er vanskelige, er ikke i samsvar med å synes at Newtons lover og krefter er et lett fysikkemne da snordragsoppgaver på en meget god måte tester nettopp kunnskap og ferdighet med Newtons lover og krefter.

Med dette ble hypotesen om at Newtons lover og krefter var lett postulert og snoroppdragsoppgaven ble gitt for å teste hypotesen.

I Figur 2 er resultatene for de tre kullene vist. Det er helt klart at brorparten av studentene ikke har forståelse for konsekvensene av treghet eller dynamikk. Mange satt opp formler, riktige eller uriktige, uten å kunne anvende dem.

Når en ser på variasjon i andelen rette svar med utgangspunkt i forkunnskaper scorer ikke uventet de som hadde FY1 og FY2 best på de fleste oppgavene.

Det er interessant å observere at studentene mente at Newtons krefter og lover var lette, men ikke klarte å gjøre en oppgave som brukes til å vurdere kunnskaper i klassisk mekanikk. En mulig forklaring som også andre har pekt på [7], er at en i en undervisning preget av forelesninger tror at en kan ting når en ser læreren utføre oppgaver. Fysikkundervisningen disse studentene har blitt utsatt for er ren forelesning uten laboratoriumsundervisning. Besvarelsene deres i snordragsoppgave tyder på at de ikke har gjort mange oppgaver eller har konseptuell forståelse av fysikk. En annen faktor som kan få studentene til å tro at Newtons lover og krefter er lett er at selve Newtons lover er enkle å formulere. At de er vanskelig å forstå og bruke er har de tydeligvis ikke oppdaget.

NOKUTs Studiebarometeret har som formål å måle studiekvalitet basert på tilbakemeldinger fra studenter. Ingeniørstudenter rapporterer en god studieinnsats, men skal læringstrykket økes kreves mer undervisning eller undervisning tilpasset studentenes behov [8]. Med de svake resultater som snordragsoppgaven ga tross god studieinnsats, kan det se ut som studentene ikke får undervisning tilpasset deres behov. Det som mangler er grunnleggende forståelse og øvelse. Vi bør vurdere om de lærebøker som brukes gir studentene den ønskede forståelse [9] og om vi har fornuftig utstyr til å demonstrere Newtons lover. En Atwood-maskin hadde vært en god start [10].

Er fremgangsmåten med å vurdere studentens fysikk-kunnskaper en god stund etter eksamen en god måte å måle kvaliteten på? Bruken av eksamen kritiseres blant annet for den kun vurderer kunnskap der og da og at mange studenter topper formen med instrumentelt pugg. Eksamen sees på som et nåløye en må igjennom. Med tanke på at læring er det som sitter igjen over tid, er det å vurdere studenter en stund etter eksamen meget fornuftig og en god indikator for faglig kvalitet.

#### 5 KONKLUSJON OG VIDERE ARBEID

Å bruke vurdering en god stund etter eksamen er en interessant måte å måle kvalitet på læringsutbytte og undervisningsmetoder. Med nåværende undervisningsmetoder som primært består av forelesninger innser ikke studentene egne manglende kunnskaper og ferdigheter. Besvarelsene til studentene viser at de har liten eller ingen konseptuell forståelse av klassisk mekanikk. Det kan virke paradoksalt å forsøke å måle kvalitet med en slik enkel metode som er presentert i denne artikkelen. Derfor vil en i det videre arbeid raffinere metoden og bruke den på større studentgrupper.

En mulighet er å teste rett før og etter eksamen i tillegg. Da kan vi hente ut det de kan om klassisk mekanikk på det tidspunktet, samt kunne bruke eksamensresultat sammen med testen vi foretar en god stund etter eksamen. I det videre arbeid ville vi også ha test med både kvalitative og kvantitative oppgaver. Det for å se hvilke oppgavetyper som studentene klarer best.

Det vil også bli sett på om nye arbeidsmetoder og læremidler kan forbedre situasjonen.

## 6 REFERANSER

- [1] Fysikk – Store norske leksikon (snl.no). Hentet 8/1 2021
- [2] Universitets- og høgskolerådet. (2011). Nasjonale retningslinjer for ingeniørutdanningen. Hentet fra [http://www.uhr.no/documents/Retningslinjene\\_\\_med\\_ny\\_versjon\\_av\\_kapitell\\_9\\_og\\_vedlegg\\_6\\_\\_\\_\\_desember\\_2014\\_\\_L\\_\\_39590\\_.pdf](http://www.uhr.no/documents/Retningslinjene__med_ny_versjon_av_kapitell_9_og_vedlegg_6____desember_2014__L__39590_.pdf)
- [3] Meld. St. 16 (2016-2017). Kultur for kvalitet i høyere utdanning. Oslo: Kunnskapsdepartementet
- [4] Meld. St. 27 (2000-2001). Gjør din plikt - Krev din rett. Kvalitetsreform av høyere utdanning. Oslo: Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet
- [5] Clemet, K. (2003). Mantra eller mening P2-akademiet. [https://www.nrk.no/kultur/mantra-eller-mening\\_-1.1656144](https://www.nrk.no/kultur/mantra-eller-mening_-1.1656144). Hentet 9/3 2020
- [6] Grønmo, L. S. & Hole, A. (2019). 20 år med fysikkprestasjoner i fritt fall. Oslo: Cappelen Damm. <https://doi.org/10.23865/noasp.83>
- [7] Deslauriers, L. et al. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in classroom. PNAS vol. 116 no. 39 19251-19257. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1821936116](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1821936116)
- [8] Wiers-Jenssen, J. & Hovdhaugen, E. (2019). Uniped Årgang 42, nr. 3-2019, s. 274-289 ISSN Online 1893-8991. <https://doi.org/10.18261/issn.1893-8981-2019-03-04>
- [9] Knight, R. D. (2002). Five Easy Lessons: Strategies for Successful Physics Teaching. London: Pearson. ISBN-13 9780805387025
- [10] Goldstein, H. (1980). Classical Mechanics (2nd ed.). Reading Massachusetts: Adison-Wesley. ISBN 0-201-02969-3