NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Institutt for fysikk

Evaluering av lab og numerikk

Forfattere: Herman Høgseth Haavind, Åsne Cathrine Hansli, Andreas Dahl Kristensen, Kristoffer Leraand og Vegard Undheim

Januar, 2021 Trondheim

Sammendrag

Ut ifra funnene i denne rapporten tyder det på at studentene mener at opplæringen i numeriske metoder og ulike Python biblioteker generelt sett er for dårlig. Noen studenter kommenterer at dette kan gjøres bedre ved at introduksjonsemnet til programmering i første semester burde være mer spesialisert, hvor det gjennomgås mer hvordan de ulike bibliotekene som er relevante for fysikkutdanningen fungerer. Andre forslag er å gjennomgå dette i forelesning, eller sette større fokus på dette i øvingsopplegget til emnene som bruker disse, da spesielt emnene som introduserer studentene til bibliotekene.

Dessuten er de fleste misfornøyde med opplæringen i feilanalyse og mener at de ikke vet hvordan de skal skrive en god rapport. Enkelte studenter foreslår å ha mindre oppfattende rapporter som kun blir godkjente, slik at de får mer trening i å skrive før de skal levere større rapporter. Dette er da spesielt aktuelt i mekanisk fysikk, som er det første fysikkemnet studentene har. Det er også stor overensstemmelse om at LaTeX opplæringen er manglende. Dette er noe de fleste ikke har erfaring med før de de skal skrive en rapport i mekanisk fysikk, og tidligere år har studentassistenter og Tekna-kurs måttet virke som erstatning for undervisning i dette. Derfor er det et stort ønske om grunnleggende opplæring i hvordan det skal brukes. Da enten av faglærer, labassistent eller studentassistent.

Når det gjelder feilanalyse er det ønskelig at labassistent tar en mer grundig gjennomgang av de ulike metodene for å representere feil før lab'er hvor dette blir relevant. Eventuelt kan foreleser også bruke litt tid på gjennomgang av dette.

Innhold

1 Innledning **1**

2 Lab **1**

2.1 Kull 16/17 1

2.2 Kull 18 5

2.3 Kull 19 8

2.4 Kull 20 12

3 Numerikk **16**

3.1 Kull 16/17 16

3.2 Kull 18 19

3.3 Kull 19 21

3.4 Kull 20 24

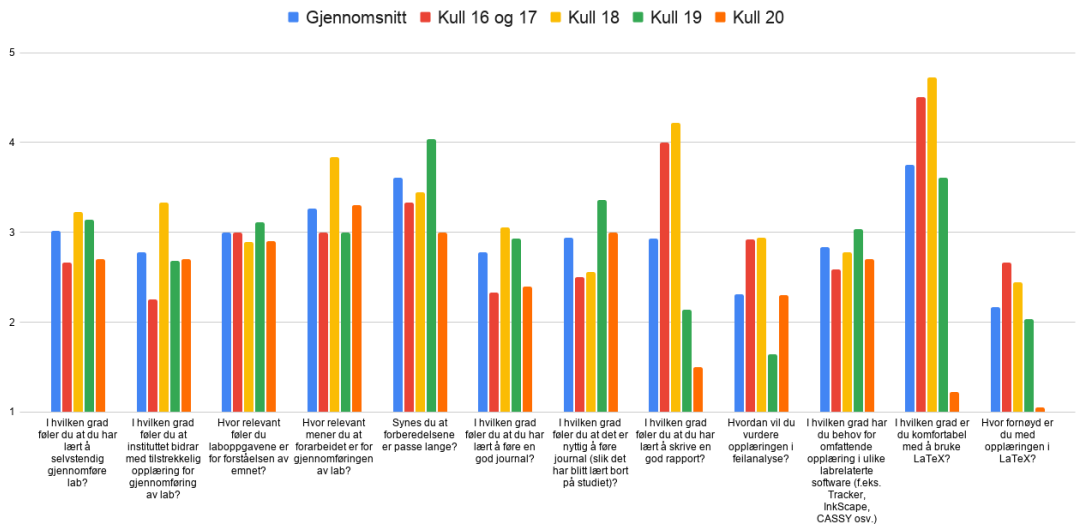
1 Innledning

I løpet av de siste 5 årene har institutt for fysikk innført endringer i opplæringen av labarbeid og numerikske metoder for Bachelor i fysikk og sivilingeniør, fysikk og matematikk ved NTNU. Dessuten ble det innført flere endringer høsten 2019, hvor numerikk fikk et større fokus i fysikkemnene. Dette har i større grad påvirket kull 19 og kull 20.[1] I den anledning har et utvalg av studenter gjennomført spørreundersøkelser og kontortimer hvor medstudenter ble spurt om hva de mener om endringene.

Det ble holdt to uavhengige spørreundersøkelser: én for numerikk, og én for lab, hvor det henholdsvis kom inn 70 og 68 svar. Svarene ble samlet inn høsten 2020. Det er skilt mellom kull for å bedre forstå hvordan endringene påvirket de respektive kullene, men det er ikke skilt mellom studieretning. Flere av spørsmålene er direkte koblet til læringsmål for emnene, mens andre er basert på spørsmål utvalgsgruppen fra instituttet selv har stilt.

Det ble også holdt kontortimer hvor studentene selv kunne komme med ufiltrerte innspill. Disse svarene har i variert grad blitt tatt med i diskusjonsdelene.

2 Lab

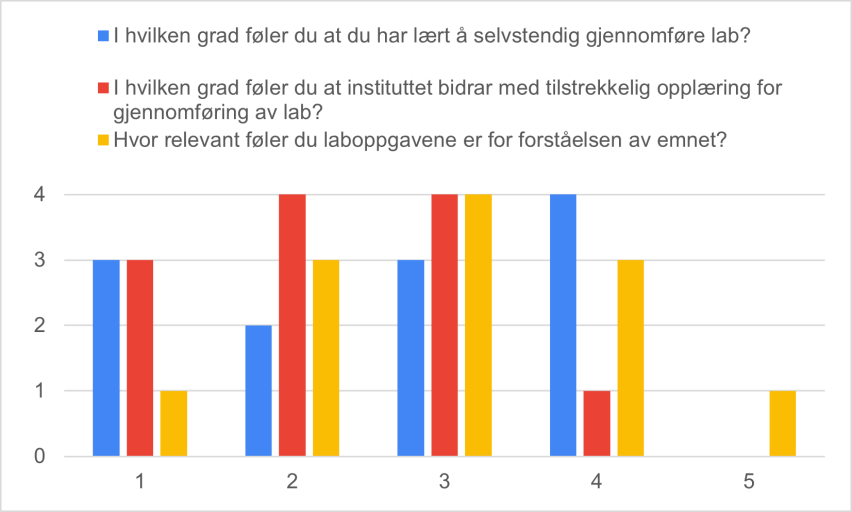


Figur 2.1: Snittsvar på hvert spørsmål gruppert etter kull.

2.1 Kull 16/17

Det var 8 respondenter fra kull 2016 og 4 fra kull 2017. Disse har blitt slått sammen for bedre statistikk, noe som burde gå da de begge har hatt det samme 'gamle' laboratoriet opplegget.

[1] Kullene er navngitt etter året de startet sitt første år på hhv det integrerte master i sivilingeniør fysikk og matematikk, eller første år på *bachelor* i fysikk. Det betyr at studenter som går sitt første år på master i fagdisiplinær fysikk (og som har gått normert løp) er oppført som kull (20)17.

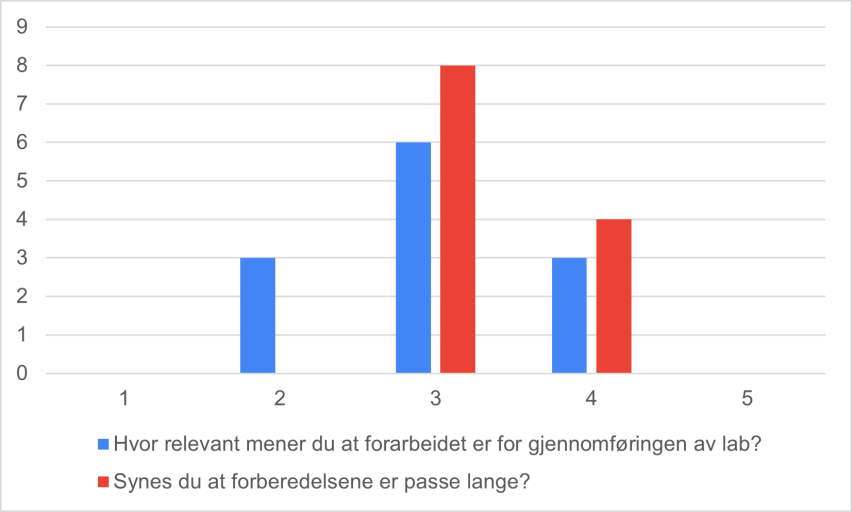


Figur 2.2: Svar på spørsmål om generell oppfatning av lab-opplegget gjennom studiet. På y-aksen er det oppført antall studenter som har valgt alternativet '1'-'5'.

Disse kullenes generelle oppfatning om laboratorieopplegget ligger konsekvent under eller på det globale gjennomsnittet (jf. figur 2.1).

Hva angår å jobbe selvstendig på lab, første spørsmål, er det en positiv trend, med noen svært missfornøyde studenter. Dette kommer ikke frem i grafen her men her er det stor forskjell mellom fagdisiplinær fysikk (MSPHYS) og teknologisk fysikk (MTFYMA), hvor de fagdisiplinære studentene står for de fleste '1'-erne.

Om instituttets tilrettelegging er de jevnt over litt missfornøyd, mens lab'ens bidrag i enkeltemnener er de jevnt fordelt over likgyldig.



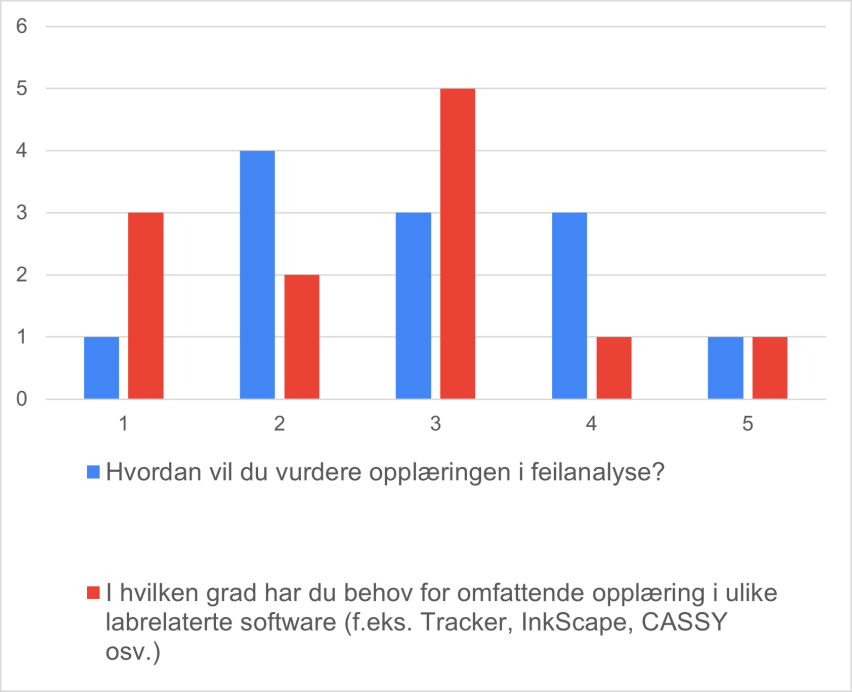
Figur 2.3: Svar på spørsmål om lab-forberedelse.

Disse eldre kullene mener forarbeidet til lab er hverken særlig relevant eller irrelevant for laboppgavene, og tar passe lang tid å gjennomføre. Dermed scorer de igjen under det globale snittet, som mener forarbeidet tar for lang tid, men også at det er mer relevant (jf. figur 2.1).

Figur 2.4: Svar på spørsmål om journalføring og rapportskriving.

På journalføring oppgir disse kullene lavere tilfredshet enn snittet, med 3 studenter som derimot syns journalføringen har vært veldig nyttig (hvorav alle tilhører MTFYMA).

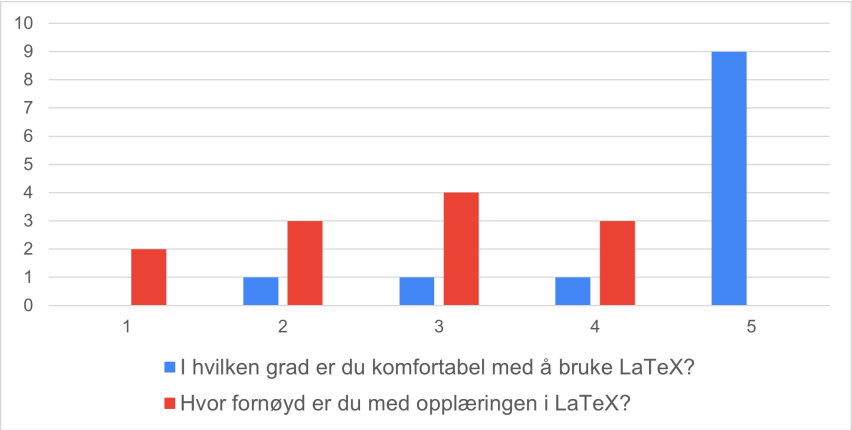
Om deres evne til å skrive rapporter er de derimot nesten alle fornøyd. Her havner de langt over gjennomsnittet (noe man kanskje burde forvente at de eldste studentene gjør), bare 'slått' av kull 18 (jf. figur 2.1).



Figur 2.5: Svar på spørsmål om feilanalyse og labrelatert software.

Vurderingen av opplæring i feilanalyse er ganske nøytral, mens mengden opplæring i labtekniske programvarer anses stort sett å ha vært tilstrekkelig, med noen unntak.

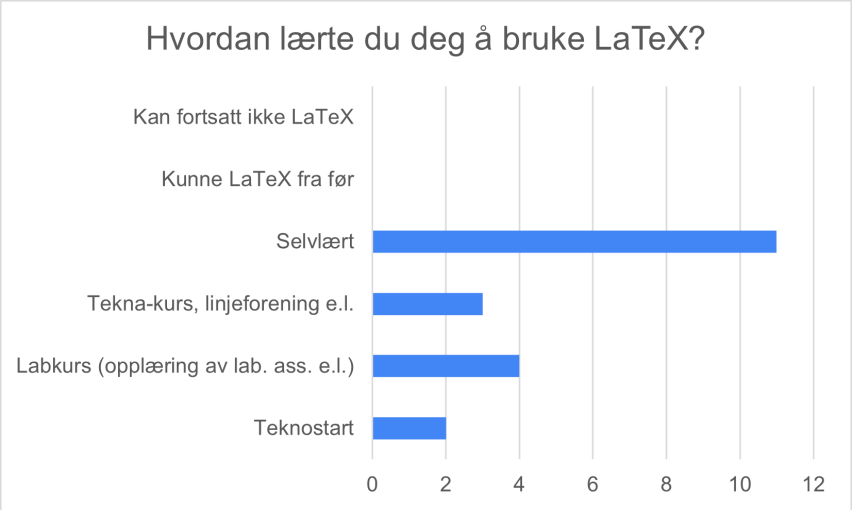
Sammelignet med gjennomsnittet er kullet mer tilfreds med opplæring i feilanalyse, og det kullet som syntes det var brukt mest tid på programvare opplæring (sammelignet med behov) (jf. figur 2.1).



Figur 2.6: Svar på spørsmål om LaTeX.

Spørsmålene om LaTeX tegner et klart bilde. Studentene er svært komfortable med å bruke LaTeX, men når de blir spurt om opplæringen de har fått er det en helt annen historie.

Hvordan de ble så flink i LaTeX? Da svarer hele 11/12 selvlæring som en av de viktigste faktorene, og mange nevner det som den eneste faktoren.



Figur 2.7: Hvor har studentene lært LaTeX? Her var det mulig å huke av flere alternativer.

Samlet virker det som om disse eldste kullene er mer misfornøyd med lab-utbyttet sammenlignet med de andre kullene. Dette er kanskje det ønskede resultatet da mye av opplegget er under utbytting. De svarer splittet på evne til å jobbe selvstendige på lab, og at journalføringen ikke er god eller nyttig.

De er stort sett likgyldig til lab'ens relevans i enkeltemner og at de stort sett ikke bruker for mye tid på forarbeid eller opplæring i diverse programmer. Det virker ikke som at tiden er bortkastet.

Når de blir spurt om opplæring er stort sett midt på treet, med kanskje en helning mot skuffet.

Figur 2.6 gir et bilde som stemmer noe overens med muntlige tilbakemeldinger fra åpne kontortider: studentene ser på rapportskriving og LaTeX som det de har fått største utbyttet av fra lab, men anerkjenner at lab-aktivitet er en viktig komponent i en fysikkutdanning som tross alt er et empirisk fag. Samtidig mener de at det har vært lite veiledning for å lære disse tingene, og at det i stor grad var overlatt til en selv. Mange mener også at dette er noe man bør forvente at NTNU kan sette

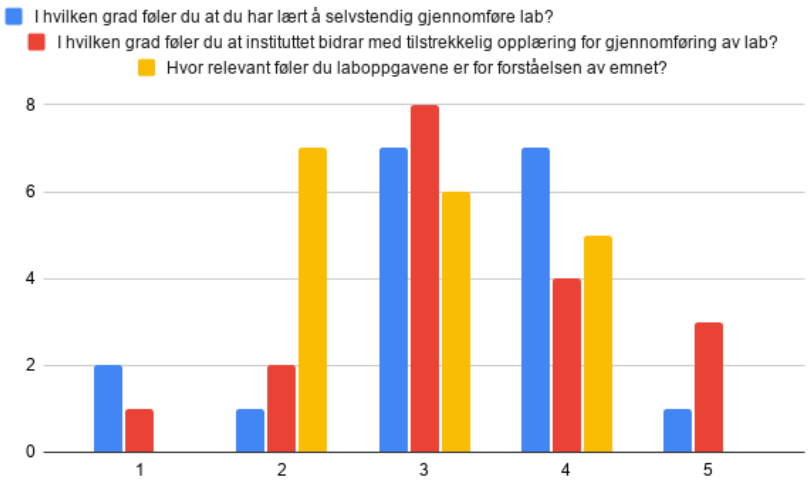
krav om at studenten skal klare å ta ansvar for å lære på egenhånd, og dermed blir opplæringen vurdert som tynn, men tilstrekkelig.

Studenter som har valgt retningen 'Biofysikk og medisinsk teknologi' (MTFYMA) benytter frifeltet til å bemerke at svare de har avgitt har forholdt seg til de obligatoriske lab'ene *før* valg av spesialisering. Dette fordi måten lab håndteres i biofysikk emnene skiller seg ganske kraftig fra de elementære fysikkemnene. De trekker frem at på biofysikklab benyttes forelesninger i forkant til å gå gjennom hva de skal jobbe med på lab'en, typisk en uke før lab'en finner sted. Dette gir studentene god mulighet til å sette seg inn i hva som skal skje på lab og kan derfor bruke tiden sin der effektivt. Dette i kontrast til de tidligere lab'ene som oftere introduserer nye konsepter som ikke dekkes i forelesning, og hvor forberedelsene består av å lese og gjør forberedelseoppgaver, med andre ord forberede seg på egenhånd.

Det bør merkes at det er en sterk kontrast i evne til å jobbe selvstendig. Her er studentene som har gått fagdisiplinær klare på at det er noe de ikke har lært, mens studentene på teknologi studie er betraktelig mer positiv. Dette kan skyldes emner som TFY4185 (Måleteknikk), og TFY4190 (Instrumentering) i tredje studieår hvor studentene jobber med eget, langsgående prosjekt i små grupper (1-2 personer?) og må lære seg å jobbe selvstendig. Begge disse er obligatoriske i begge fysikk-retningene på teknologistudiet, og begge er valgfrie på det fagdisiplinære løpet.
Da de fagdisiplinære studentene som har valgt disse emnene ble spurt om disse burde være obligatoriske på bachelor-studiet var de alle skeptiske. Gjennomgående setter de valgfriheten på studiet høyt og mener heller at det obligatoriske opplegget burde la seg inspirere av hva disse emnene gjør så bra, eller at å kunne jobbe selvstendig på lab ikke er like viktig for alle fysikkstudenter.

2.2 Kull 18

Det var 18 stykker fra kull 18 som svarte på spørreundersøkelsen om evaluering av lab, derav 15 fra MTFYMA og 3 fra BFY. Den generelle oppfatning om laboratorieopplegget ligger konsekvent over eller like ved det globale gjennomsnittet (se figur 2.1).



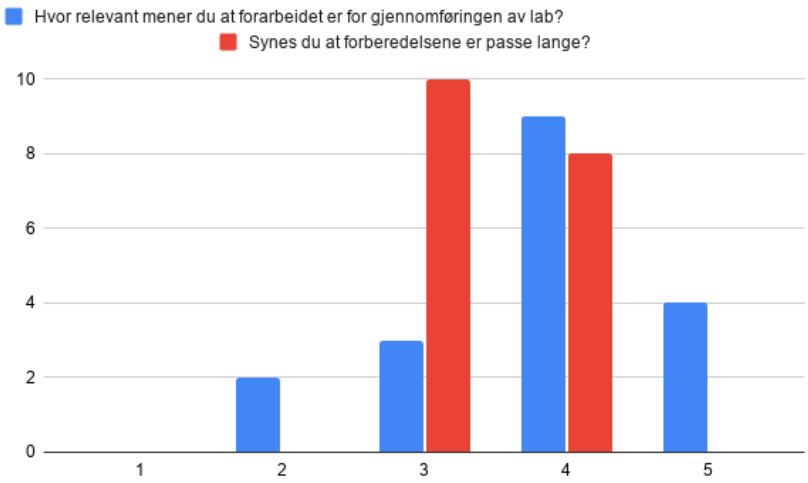
Figur 2.8: Svar på spørsmål om generell oppfatning av lab-opplegget gjennom studiet.

For de tre første spørsmålene, se figur 2.8, er kull 18 noe misfornøyd med hvor relevant de mener laboppgavene er for forståelse av emnene, men ellers noe fornøyd med graden av selvstendighet og graden av opplæring for gjennomføring av lab.

Hva det gjelder labopplegget generelt, skriver kull 18 at det er en tøff overgang fra videregående til lab i FY1001 Mekanisk fysikk, og at det kunne legges mer arbeid i å introdusere laboratorie arbeidet på en pedagogisk god måte. Spesielt trekkes det fram at at en del ikke har erfaring med hvordan man utfører eksperimenter, hvordan man skriver en rapport, osv. De første labøktene

kan også oppleves som lite relevante og interessante, som igjen gjøres verre om teorien ikke er gjennomgått i forelesning i forkant.

For kull 18 var det også lite motiverende at labarbeidet telte mindre på karakteren i faget enn det som nå er tilfelle for nyere kull, til tross for at arbeidsmengden var stor. For studentene oppleves det som mer givende å jobbe med slike prosjekter når de har større innvirkning på karakteren, uansett om opplegget er nødvendig å få godkjent for å gå opp til eksamen eller ikke.

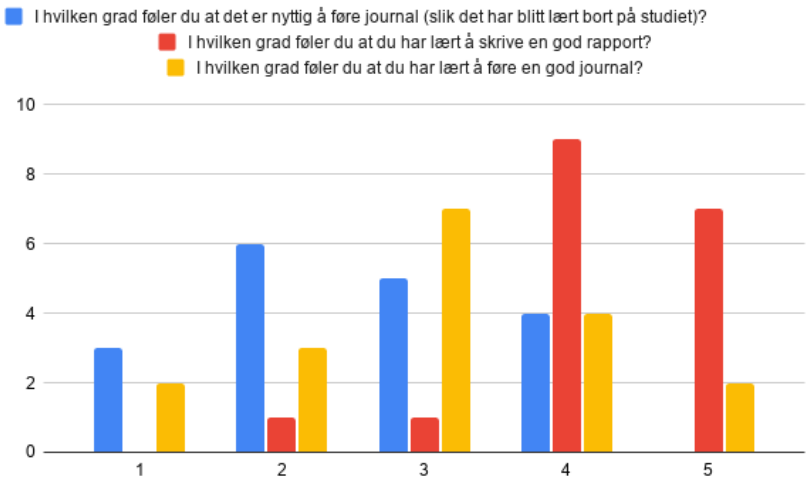


Figur 2.9: Svar på spørsmål om forarbeid til lab.

Kull 18 mener forarbeidet er relevant, men at det tar for lang tid å gjennomføre, som vist i figur 2.9.

På kontortid ble det uttrykket et sterkt ønske om å samkjøre lab og forelesninger bedre, slik at det ikke legges opp til at man skal kunne ting på lab som det ikke har blitt forelest om enda. Dette spesielt ettersom labheftene i enkelte emner kan være dårlig skrevet og tunge å lese (se for eksempel labheftet i TFY4195 Optikk), hvilket hemmer læringsutbyttet for laboppgaver som ellers fungerer godt.

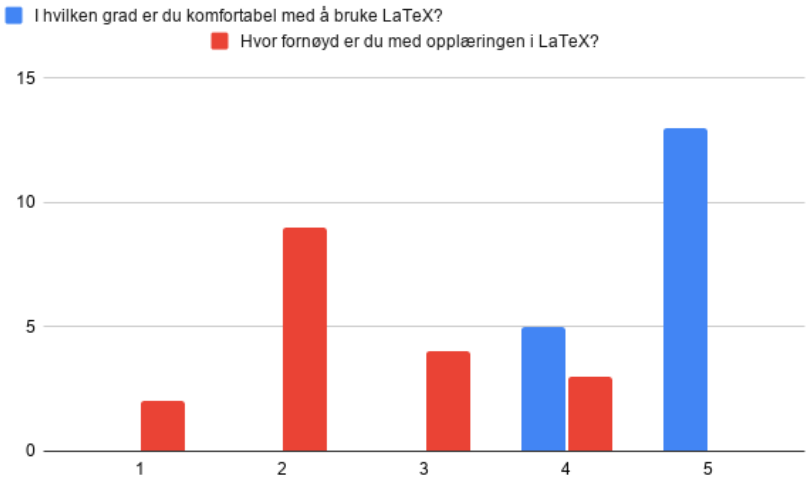
De fleste ville nok oppfattet mengden forarbeid som mer passelig dersom pensum i større grad ble gjennomgått i forkant og journalføringen var mindre omfattende, se diskusjon om journal under.



Figur 2.10: Svar på spørsmål om journalføring og rapportskriving.

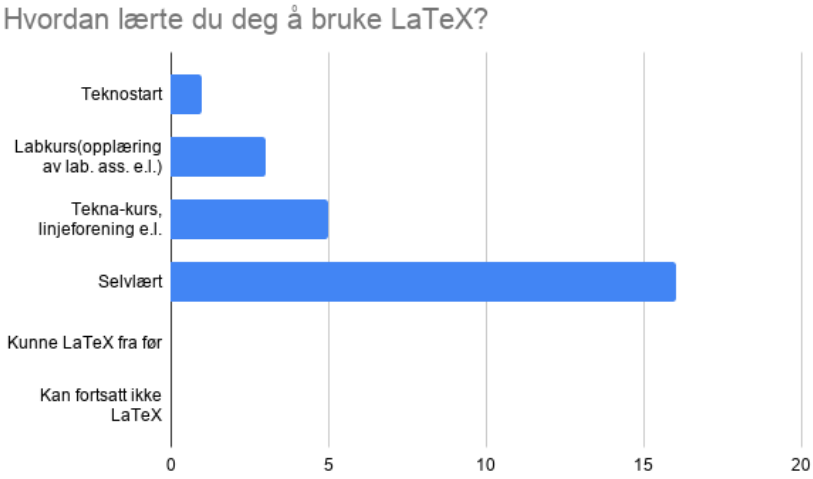
Kull 18 skiller seg ut ved at de er betydelig mer fornøyd med rapportskriving (1,3 over snittet) enn det gjennomsnittet er. Kull 16/17 og kull 18 ligger derimot ganske nærme hverandre, og det samme gjør kull 19 og kull 20, så det viser nok aller mest at øvelse gjør mester. Det er allikevel viktig å påpeke at hoppet fra kull 19 til kull 18 er stort, og det for mange kunne vært nyttig å få mye av denne øvelsen tidligere i studiet. Det ble også fjernet en del rapportskriving for kull 19 og 20 da studieplanen ble endret.

Videre ser kull 18 mindre behov for journalføring slik de har blitt lært opp til på studiet (0.39 under snittet), som kan ha en sammenheng med at kull 18 ofte har måttet skrive en rapport i tillegg. Journalføring ble introdusert for kull 18 på Teknostart, og det ble i starten lagt opp til at journalen skulle ha en rigid struktur og være veldig omfattende. Dette ble fulgt opp tett i starten, men har blitt vektlagt mindre lengre utover i studiet. Igjen er kull 19 og 20 mer positive til å føre journal slik det har blitt lagt opp til på studiet. For disse kullene har det også vært større behov for å bruke journalen i vurderingsituasjoner senere, mens kull 18 kun har brukt journalen til å skrive rapport. Det ble be også påpekt på kontortid at det føles overflødig og lite relevant med så stort fokus på journalen, og at flere ønsket en enklere, mer digital løsning.



Figur 2.11: Svar på spørsmål om LaTeX.

Det er fra figur 2.11 tydelig at kull 18 er veldig komfortable med LaTeX (0,98 over det globale snittet, alle har svart 4 eller 5), men allikevel misfornøyde med opplæringen.

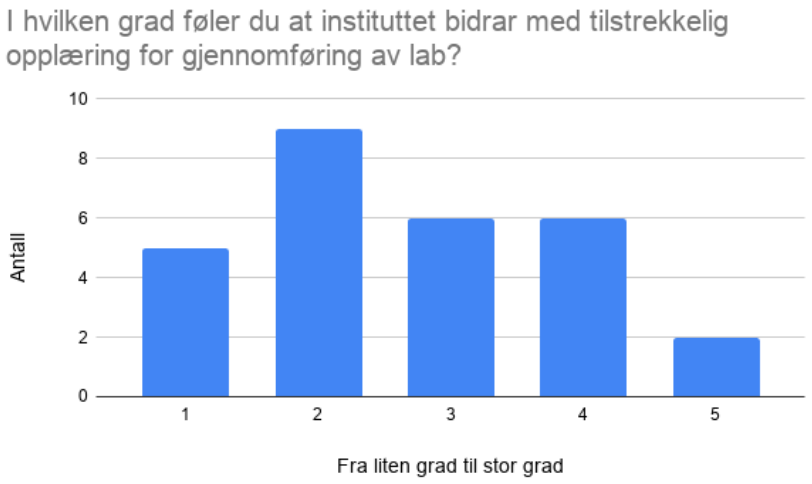


Figur 2.12: Svar på hvordan studentene har lært seg LaTeX. Det var mulig å velge flere alternativ.

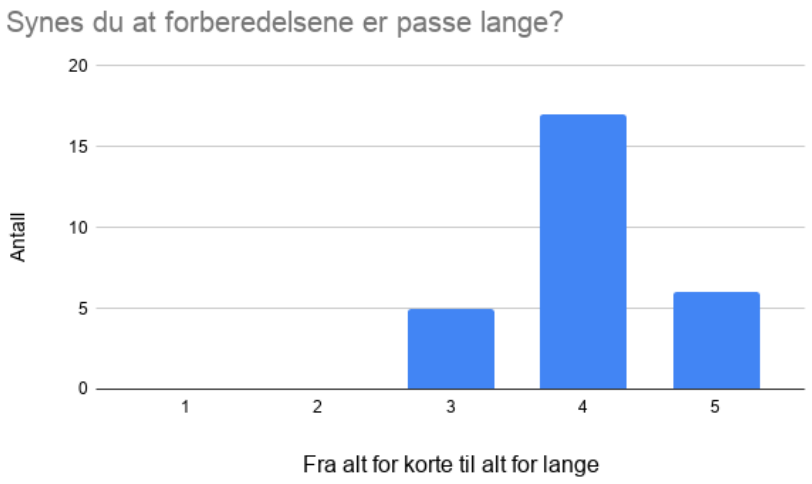
I likhet med andre kull, opplyser også kull 18 om at de i stor grad er selvlærte i LaTeX, se figur 2.12. 12 av 18 oppgir 'Selvlært' som eneste opplæring og 16 av 18 har det oppført som et av flere valg. Etter 'Selvlært' er det mest valgte alternativet kurs utenom opplæring fra NTNU, som slike arrangert av linjeforeningen. 5 av 18 har krysset av for dette. Kun 3 av 18 har krysset av for opplæring i regi av NTNU. Det har i enkelte emner hvert mulighet for å få jobbe med rapport på lab og få hjelp av laboratorie assistentene i opptil rundt fire timer, men det har i liten grad vært opplegg og ressurser tilgjengelig for å introdusere studentene til LaTeX. Mange har nok opplevd det som lite effektivt å måte bruke tid på å lære seg LaTeX på egenhånd samtidig som man skriver rapport.

2.3 Kull 19

For kull 19 var det 28 som svarte på undersøkelsen angående lab og eksperiment delen. For spørsmålet om de mente at instituttet hadde bidratt med tilstrekkelig opplæring i hvordan de skal gjennomføre labene, svarte de fleste at de ikke er fornøyde med opplæringen (figur 2.13). En del kommenterer at de er misfornøyde med at teorien for lab'ene ligger foran hva som er gjennomgått på forelesning. Noe som fører til at de sliter med å gjøre forhåndsoppgavene på egenhånd. Dessuten mener de fleste at disse forhåndsoppgavene generelt er alt for tid krevende (figur 2.14).

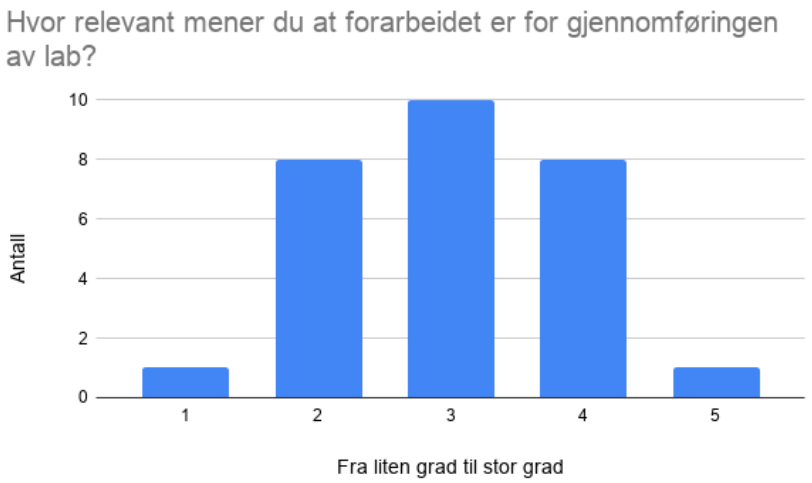


Figur 2.13: Svar på opplæring for gjennomføring av lab.

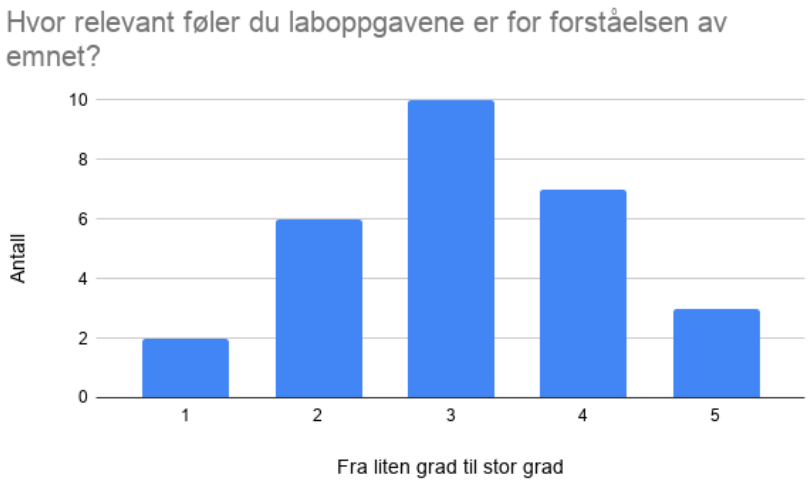


Figur 2.14: Svar på lengde av forarbeid før lab.

Enkelte mener også at hverken forarbeidet før en lab eller oppgavene som gjøres på laben er med på å øke deres forståelse av emnet. Noen av de som ikke mener at lab'ene gir økt forståelse ønsker mer pensumsrelevante lab'er, og ikke historisk relevante lab'er som kun gjøres på grunn av at det var slik det ble gjort før i tiden.

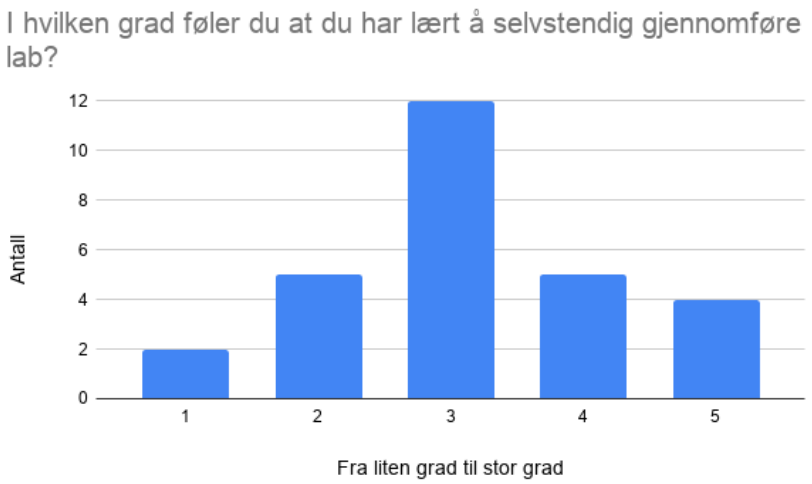


Figur 2.15: Svar på hvor relevant forarbeid er før lab.



Figur 2.16: Svar på lab'ers påvirkning av forståelsen.

Men de fleste er nøytrale til hvor godt de har lært å bli selvstendige på laben.



Figur 2.17: Svar på selvstendighet på lab.

På tross av dette har en del kommentert at de ønsker mer frihet på laben, og kunne utforske det de selv synes er interessant. Allikevel er en del misfornøyd med at de selv måtte lage en numerisk oppgave til laben i termisk fysikk semesteret høst 2020. Selv om dette nok skyldes uerfarenhet innenfor numerikk, som det står mer om i seksjon 3.3.

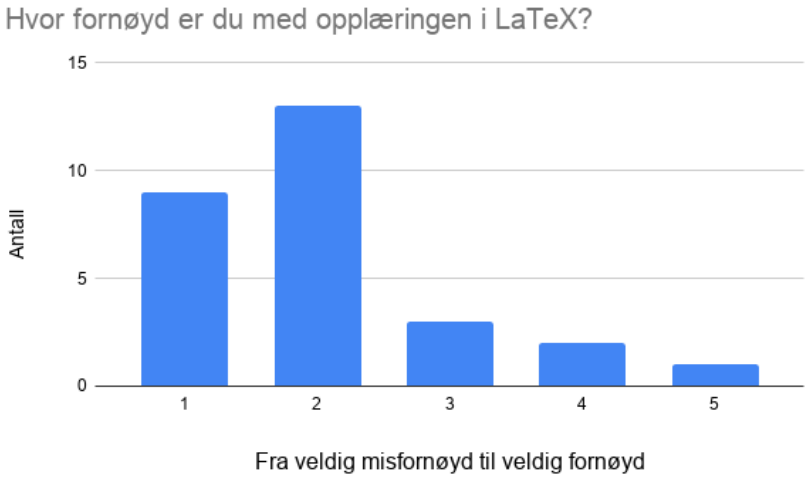
Det er også tydelig at kullet er misfornøyd med den nåværende opplæringen i hvordan de skal tolke og formidle resultater som de får på lab'en.

Figur 2.18: Svar på opplæring i feilanalyse.

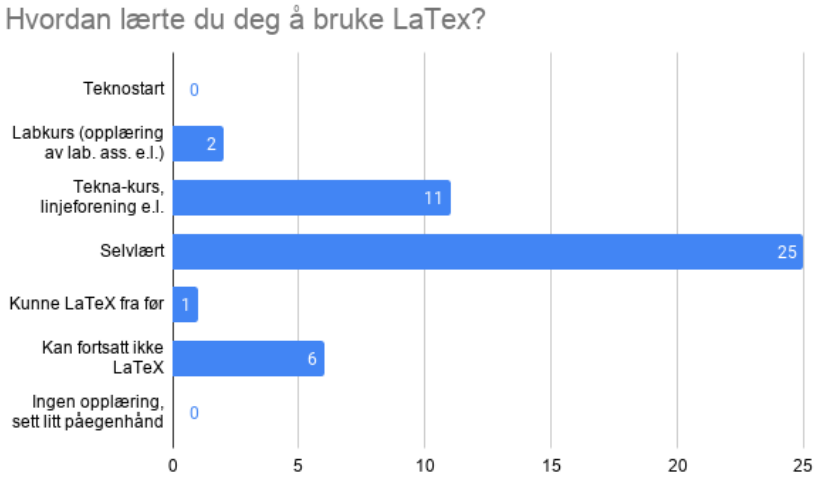
Figur 2.19: Svar på grad av god rapport.

I følge både figur 2.18 og 2.19 mener de fleste at de ikke har lært tilstrekkelig nok bruk av feilanalyse eller det å skrive rapporter. Grunnen til at så mange ikke mestrer feilanalyse er nok at det var veldig lite fokus på dette i fysikk emnene på videregående. Og når studentene kommer til universitetet virker det som at det tas forgitt at de skal kunne dette. Den eneste opplæringen som har blitt gitt kull 19 var et lite kurs i andre semester, som først ble gjennomført etter at de hadde fullført halvparten av det planlagte labopplegget. Det er også et par studenter som har kommentert at det er først når de har emnet statistikk i tredje semester at de begynner å forstå ulike konsepter som for eksempel standardavvik.
Det er noe av det samme når det gjelder å skrive gode rapporter. På videregående var rapportstilene veldig påvirket av faglærers egen oppfatning av en god rapport. Flere studenter savner en mer standard mal for en god rapport, og eksempler av hva som faktisk er en god rapport skrevet av andre på deres faglige nivå. Noen studenter foreslår å legge ut et par eksempler av rapporter som blir sett på som svært gode, og som ble skrevet av andre studenter som har tatt emnet før.
En annen faktor som studentene finner fremmed og utfordrende er det å bruke LaTeX til å skrive rapporter. Da de fleste aldri har brukt det eller hørt om det før de kommer til universitet. Da de plutselig for første gang skal bruke det til rapporten i mekanisk fysikk. På videregående ble alle

rapporter utelukkende skrevet i Microsoft Word, derfor vil det være helt nødvendig for studentene å lære seg grunnleggende LaTeX før de skal begynne å skrive rapporter. Dette gir dem mange flere muligheter til å skrive bedre rapporter, hvor da spesielt ligninger er vanskelig å utforme i Word. På grunn av hvor viktig LaTeX er for karrieren til studentene videre, så mener de fleste studentene at det burde være bedre opplæring i hvordan LaTeX brukes effektivt.



Figur 2.20: Svar på opplæring i LaTeX.



Figur 2.21: Svar på hvordan studentene har lært å bruke LaTeX.

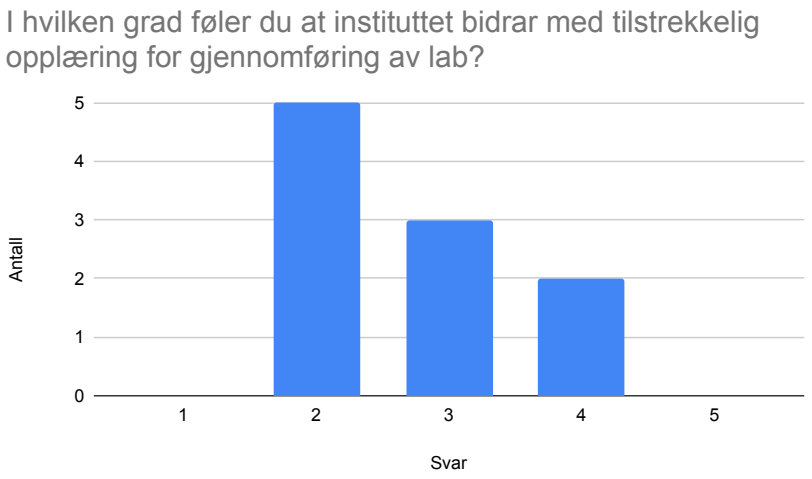
Fra figur 2.20 og 2.21 er de fleste misfornøyd med hvordan instituttet har valgt å introdusere LaTeX. De fleste svarer at de er selvlærte med dårlig opplæring fra instituttet og faglærer. Det er dessuten flere som etterspør bedre layouter, samt hvordan de kan organisere en editor som Overleaf på best mulig måte.

2.4 Kull 20

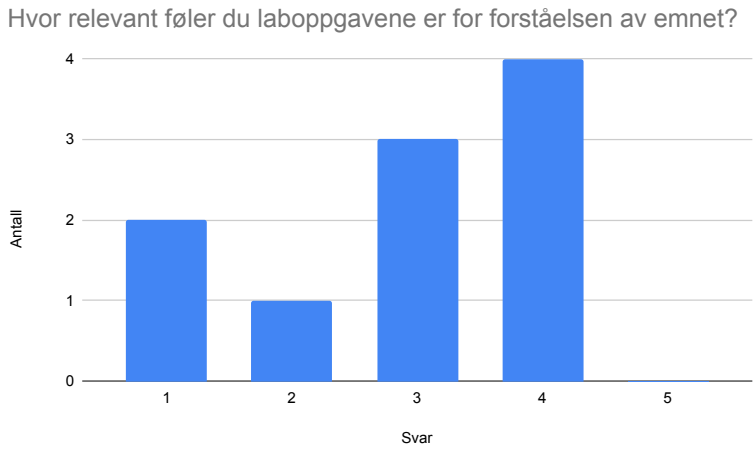
I kull 20 var det 10 som svarte på den eksperimentelle delen av undersøkelsen. Svarene fra undersøkelsen vil kun være relevant for lab'en i mekanisk fysikk, da de kun har rukket å gjennomføre én

lab hittil. I undersøkelsene og spørretimene som har blitt gjennomført har heller ikke mange fra kull 20 kommet med langsvar eller utfyllende tilbakemelding, noe som kan være forståelig siden dette er deres første semester.

På spørsmålet om hvordan instituttet har bidratt med opplæring i lab kan man se i figur 2.22 at studentene er stort sett nøytrale eller litt misfornøyd. En student trakk frem at det å bruke et filmet forsøk istedenfor å gjennomføre lab selv var lite hensiktsmessig, og mente at lab da heller burde droppes. Dette var et tiltak som ble tatt i bruk på grunn av koronasituasjonen. Allikevel viser figur 2.23 at flere studenter mener at laboppgavene er relevante for forståelsen av emnet.

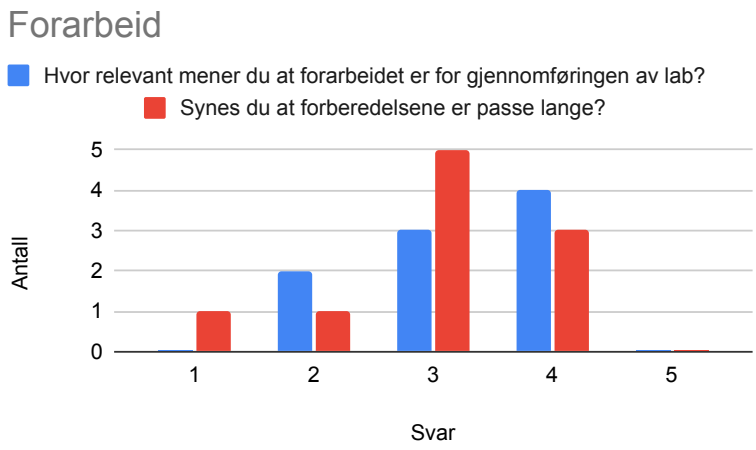


Figur 2.22: Svar på hvor fornøyd studentene er med opplæring i lab.



Figur 2.23: Hvor relevante studentene føler at laboppgavene er for emnet.

På spørsmålene om forarbeid viser figur 2.24 at studentene i kull 20 er spredt rundt midten av skalaen. Det ser ut som at de fleste er nøytrale både med tanke på lengden av forarbeidet, og hvorvidt forarbeidet er relevant for gjennomføringen av lab.

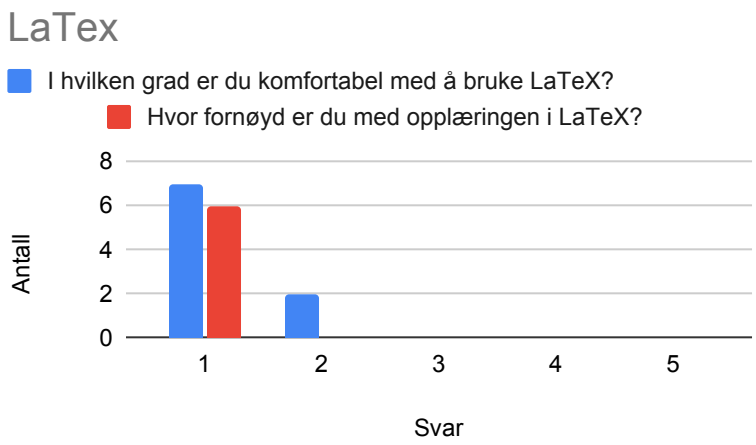


Figur 2.24: Svar på hvor relevant studentene syntes forarbeidet er, samt hva studentene syntes om lengden.

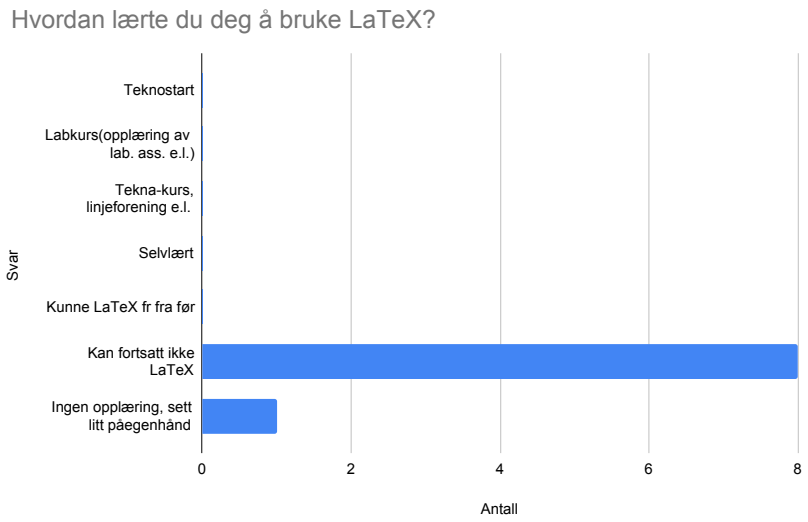
Ifølge figur 2.25 mener flere av studentene i kull 20 at de ikke er i stand til å skrive en god journal. Samtidig er de nøytrale i hvorvidt de føler det er nyttig å kunne føre en god journal. Flere har kommet med spørsmål om hvorfor dette ikke er elektronisk.

Figur 2.25: Svar på hvor godt studentene føler de kan føre journal, og hvor nyttig de syntes det er.

På spørsmålene om LaTeX har studentene i kull 20 i stor grad vært enige om at de er misfornøyde med opplæring i LaTeX. Ifølge figur 2.26 har alle som svarte på hvor fornøyde de var med opplæringen, svart 1 av 5. På spørsmålet om hvor komfortable de er med å bruke LaTeX har de fleste også svart 1, og på figur 2.27 kan man se at de fleste fortsatt ikke kan bruke LaTeX.

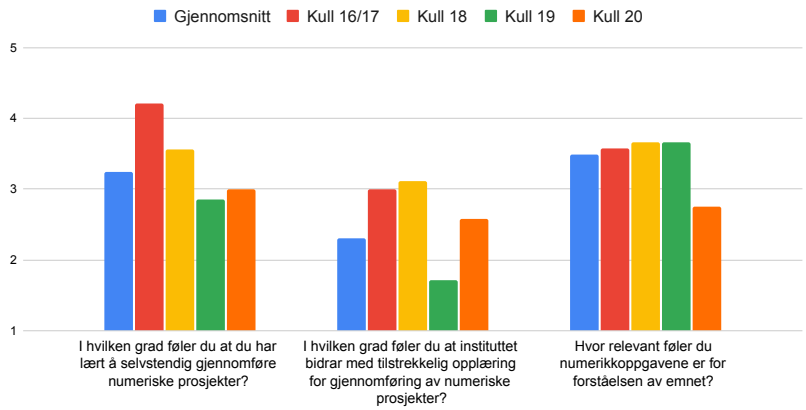


Figur 2.26: Svar på hvor komfortabel studentene er med å bruke LaTeX, samt hvor fornøyde de er med opplæringen i LaTeX.

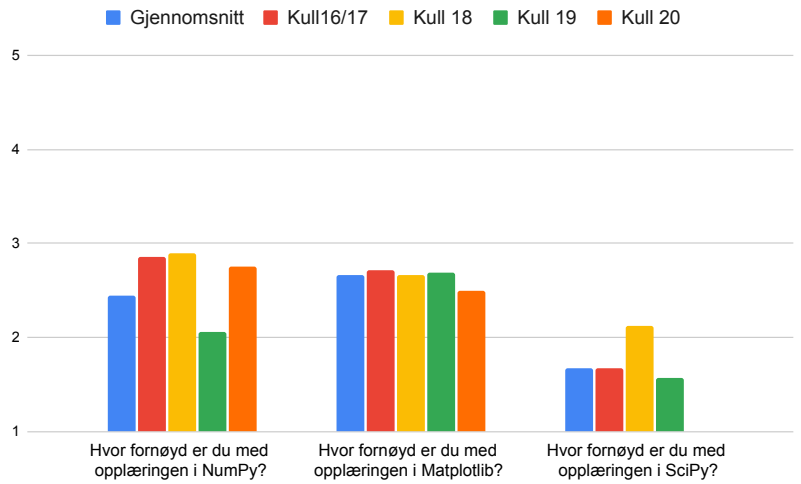


Figur 2.27: Svar på hvordan studentene har lært å bruke LaTex.

3 Numerikk



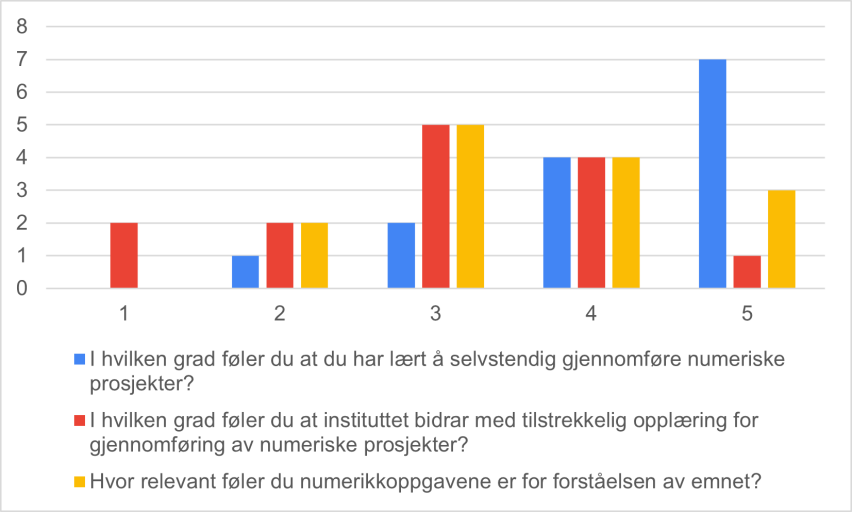
Figur 3.1: Snittsvar på spørsmål om generell numerikkopplæring gruppert etter kull. 'Gjennomsnitt' er snittet av alle studentene som har svart.



Figur 3.2: Snittsvar på spørsmål om biblioteker til Python gruppert etter kull. 'Gjennomsnitt' er snittet av alle studentene som har svart.

3.1 Kull 16/17

På spørreundersøkelsen om numerikk var det 6 svar fra kull 2016 og 8 svar fra kull 2017. Disse har også her blitt slått sammen med hensyn til mengden svardeltakere og fordi de har hatt det mye av det samme opplegget i numerikk.

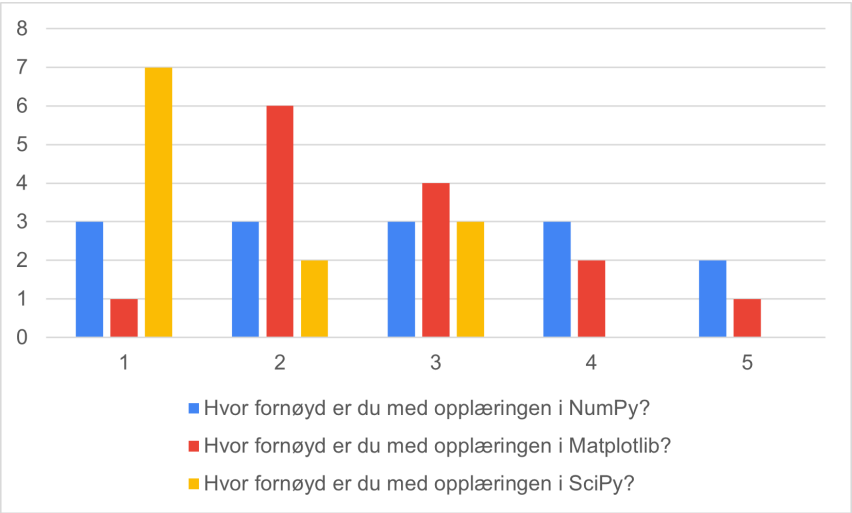


Figur 3.3: Svar fra kull 16/17 på spørsmål om generell oppfatning av numerisk-programmering gjennom studiet. På y-aksen er det oppført antall studenter som har valgt alternativet '1'-'5'.

De eldste studentene ser ut til å være ganske komfortable med sine ferdigheter innenfor numerisk programmering (jf. figur 3.3) og har det høyeste gjennomsnittsvaret på dette spørsmålet (jf. figur 3.1). Dette burde kanskje forventes da studentene *burde* være flinkere jo lenger ut i studieløpet de kommer.

I hvilken grad instituttets undervisning er å takke for disse ferdighetene er studentene splittet og svarer i snitt helt midt på *tre*et[2] (også figur 3.3). Dette setter dem også på dette spørsmålet over det globale gjennomsnittet (jf. figur 3.1).

De svare lunkent, om dog litt positivt, om hvor relevant prosjektene har vært for forståelsen av fysikk (jf. figur 3.3). Dette samsvarer med alle de andre kullene utenom det yngste (kull 20) (jf. figur 3.1).

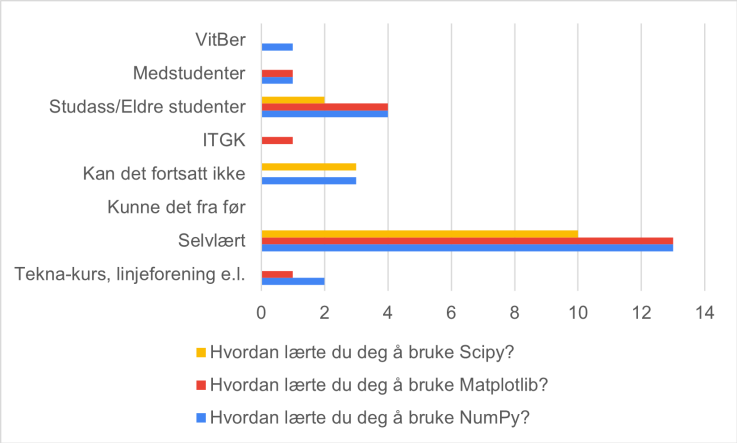


Figur 3.4: Svar fra kull 16/17 på spørsmål om oppfatning av opplæring i forskjellige biblioteker for Python.

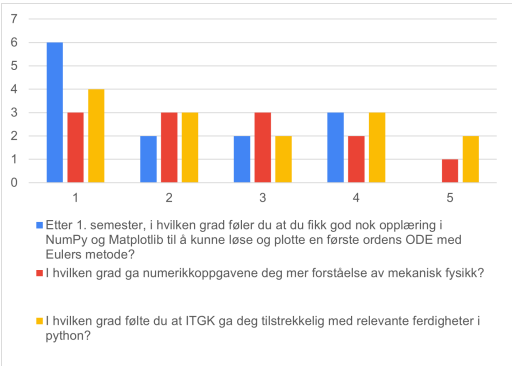
Når de ble spurt om opplæring i forskjellige biblioteker for Python, som er programmeringsspråket som brukes mest, var de jevnt over negative, da aller mest om Sci(entific)Py(thon) (jf. figur 3.4).

Dette er i tråd med de andre kullene, jf. figur 3.2.

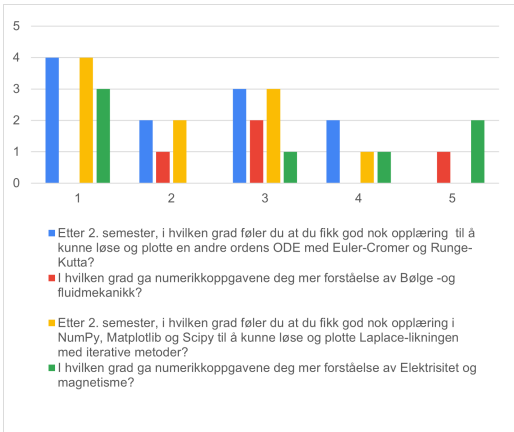
[2]Kunne ikke dy meg meg for den tre (3) vitsen.



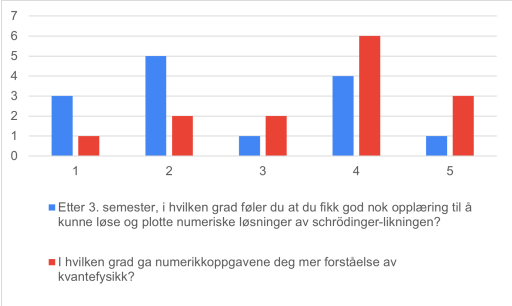
Figur 3.5: Hvor har kull 16/17 lært seg å bruke de forskjellige bibliotekene? Her var det mulig å huke av flere alternativer.



(a) 1. semester.



(b) 2. semester.



(c) 3. semester.

(d) 5. semester.

(e) 6. semester.

Figur 3.6: Svar fra kull 16/17 på spørsmål angående numerisk opplæring i forskjellige semester.

I figur 3.6 er all semester-spesifikk data samlet. Det understrekes at spørsmålene om spesifikk kompetanseoppnåelse, e.g. algoritmer, er basert på *de nye ferdighetstrengene*. Disse var ikke implementert da disse studentene tok de nevnte emnene. Dermed bør manglende oppnåelse ikke tolkes som svikt. Hvorfor har vi spurt studentene om disse læremålene likevel? For å få en sammenligning av hvorvidt nye ferdigheter introduseres sammelignet med det egenrapporterte læringsutbyttet fra det gamle numeriske-opplegget.

Det bør merkes at selv om disse studentene har svart at de er komfortable med numerisk programmering har 6/13 valgt '1' når de vurderte opplæringen de fikk første semester, jf. fig. 3.6a; og omtrent tilsvarende dårlig for 2. semester, jf. fig. 3.6b.

Det bør også merkes at det første de er positive til er hvordan det numeriske prosjektet i TFY4215 (Innføring i kvantefysikk) bidro til deres forståelse av kvantefysikk, jf. fig. 3.6c.

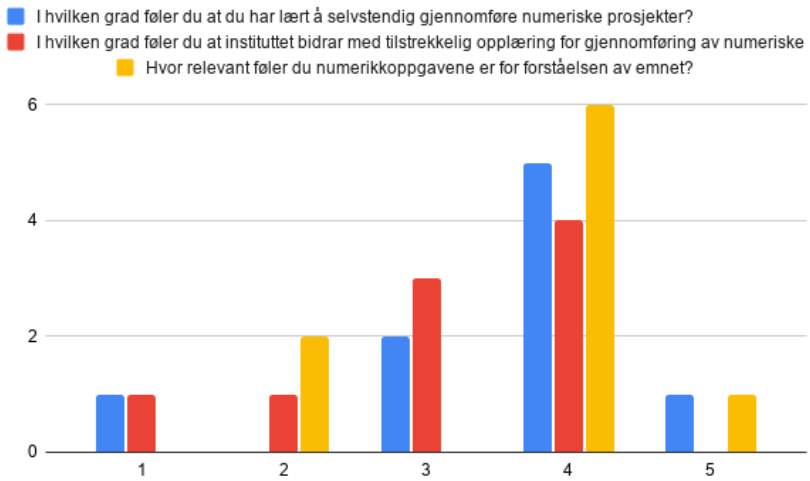
For TFY4345 (Klassisk mekanikk) er trenden flippet, her setter studentene mer pris på den numeriske opplæringen, men syns ikke at prosjektet var like relevant for emnet, jf. fig. 3.6d.

Det prosjektet som hadde best overlapp med de nye læringsmålene var TFY4240 (Elektromagnetisk teori), og som dermed scorer høyt på denne undersøkelsen, jf. fig. 3.6e.

Avslutningsvis er de fleste av de eldre studentene fornøyd med numerisk programmering, og flere benyttet frifeltet eller kontortid til å understreke at numerisk fysikk er veldig gøy, givende, og relevant. De som har tatt valgemnet TFY4235 (Numerisk fysikk) er veldig fornøyd og anbefaler det til andre studenter.
Det de derimot klager på er hovedsaklig at innføringsemnet i programmering TDT4110 (ofte kalt 'ITGK', for informasjonsteknologi grunnkurs) ikke er relevant nok og bruker for mye tid på strengmanipulasjon og har for lite (ingen!) numerisk matematikk som plotting av grafer eller importering av numeriske biblioteker, jf. fig. 3.6a.
Disse kullene klager også på at at har vært liten sammenheng mellom progresjon i programeringsferdigheter, men legger til at dette ser ut til å være fikset med de nye ferdighetstrengene.
Meste av ferdighetene mener de er selvlært, og som for lab-undersøkelsen mener mange av dem at det er greit og noe NTNU kan forlange at de må sette seg ned og finne ut av selv.

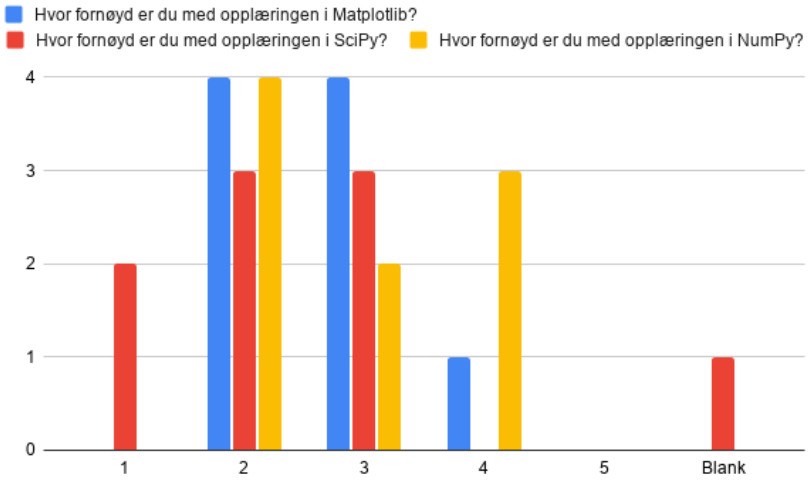
3.2 Kull 18

Det var 9 stykker fra kull 18 som svarte på spørreundersøkelsen om evaluering av numerikk, derav 6 fra MTFYMA og 3 fra BFY. Den generelle oppfatning om det numeriske opplegget ligger konsekvent over eller like ved det globale gjennomsnittet (se figur 3.1 og figur 3.2).



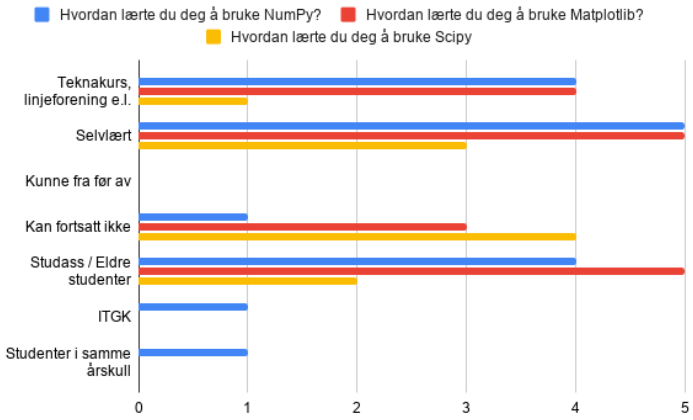
Figur 3.7: Svar fra kull 18 på spørsmål om generell oppfatning av numerisk-programmering gjennom studiet.

Generelt er kull 18 fornøyde med numerikken, og figur 3.7 viser flesteparten opplever at de får oppgaver som er over middels relevante, at de kan løse oppgavene ganske selvstendig og at opplæringen generelt er akkurat tilstrekkelig.



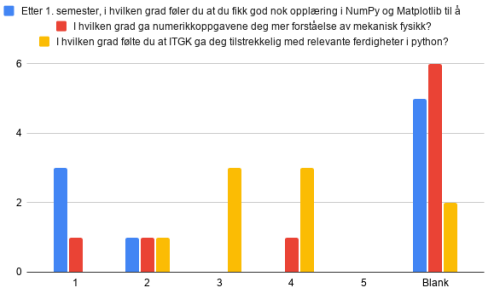
Figur 3.8: Svar fra kull 18 på spørsmål om oppfatning av opplæring i forskjellige biblioteker for Python.

Ved spørsmål om opplæring spesifikt i bibliotekene Matplotlib, SciPy og NumPy, viser figur 3.8 at studentene generelt er misfornøyde. Dette er også noe det ble gitt uttrykk for på kontortid, da introduksjonsfaget til programmering, TDT4110 Informasjonsteknologi, grunnkurs ikke fokuserer på dette i det hele tatt. Det er svært lite formell undervisning i programmering utover dette før TMA4320 Introduksjon til vitenskapelige beregninger, selv om det i stor grad er nødvendig å bruke disse bibliotekene til numeriske øvinger før dette.



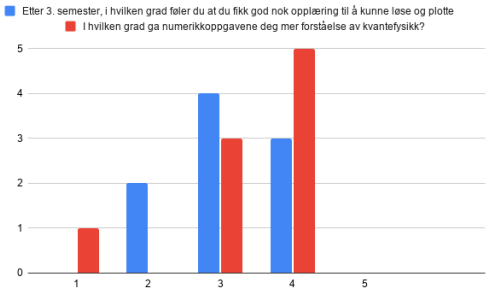
Figur 3.9: Hvor har kull 18 lært seg å bruke de forskjellige bibliotekene? Her var det mulig å huke av flere alternativer.

Det er stor variasjon blant studentene om hvordan de har lært seg å bruke bibliotekene, se figur 3.9, og det er en større andel som har markert andre alternativ enn 'Selvlært' enn på kull 16/17 og 19, se figurer 3.5 og 3.14.



(a) 1. semester.

(b) 2. semester.



(c) 3. semester.

Figur 3.10: Svar fra kull 18 på spørsmål angående numerisk opplæring i forskjellige semester.

I figur 3.10 er all semester-spesifikk data samlet. Som for kull 16/17, er spørsmålene om spesifikk kompetanseoppnåelser basert på de nye ferdighetstrengene, som ikke var implementert for dette kullet. Se diskusjon for kull 16/17. Det er dessverre mange som svarte blankt på disse spørsmålene, som kan skyldes at de ikke kjente igjen læringsmålene. Derfor er det lite hensiktsmessig å diskutere disse grafene i detalj.

Det kan påpekes at mange var fornøyde med numerikkoppgavene i emnet TFY4215 Innføring i kvantefysikk, se figur 3.10c, slik også kull 16/17 var, se figur 3.6c.

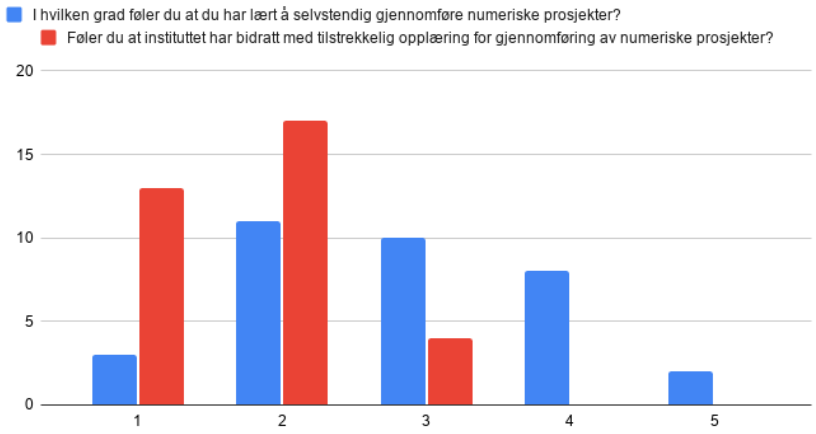
På kontortid stilte kull 18 seg positive til numeriske prosjekter generelt, men ønsker mer formell opplæring tidligere i fagplanen. Det påpekes at mye av pensum i TDT4110 Informasjonsteknologi, grunnkurs er lite relevant resten av studiet, mens sentrale deler av det fysikkstudenter trenger programmering til ikke undervises i det hele tatt.

Det var også stor variasjon i hvordan student assistentene gjorde det med de numerisk prosjektene i emnene der disse skulle løses i øvingstimene (f. eks. FY1001 Mekanisk fysikk og FY1003 Elektrisitet og magnetisme), slik at læringsutbyttet varierte veldig. Derfor var det også særlig tungt for mange å ha emnene TFY4215 Innføring i kvantefysikk, TMA4320 Introduksjon til vitenskapelige beregninger og TDT4102 Prosedyre- og objektorientert programmering samtidig det tredje semesteret, som alle er ganske programmeringstunge.

I tillegg er det en del av pensum for TMA4320 Introduksjon til vitenskapelige beregninger som er nødvendig for numeriske prosjekter før tredje semesteret, men som da må læres på egenhånd. Dette øker også arbeidsmengden betraktelig.

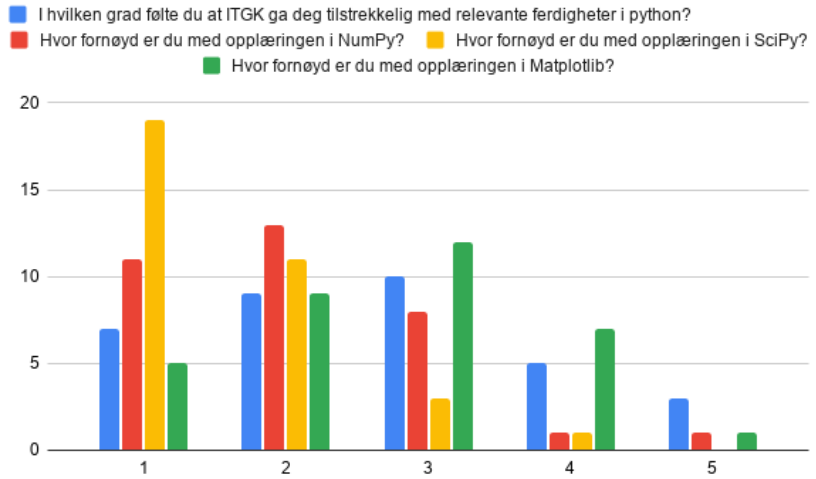
3.3 Kull 19

Det var 34 stykker i Kull 19 som svarte på undersøkelsen angående det numeriske opplegget i fysikkemnene. Dette er også første kullet som har gått gjennom første studieåret etter at ferdighetsstrenger ble innført (H2019) og emnene i løpet av de tre første semesterene er derfor mest relevant.



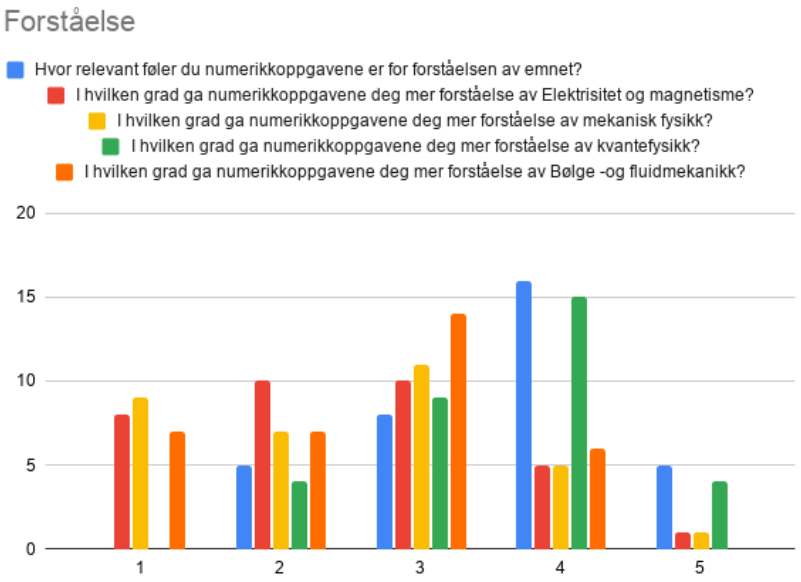
Figur 3.11: Svar på selvsdenighet ved gjennomføring, og opplæring fra instituttets side

Fra figur 3.11 er de fleste stort sett istand til å gjennomføre de numeriske oppgavene selvstendig. Men fra samme figur er det også ganske tydelig at mange av studenten er misfornøyde med opplæringen til å gjennomføre prosjektene fra instituttets side. Her har det blitt pekt på at ITGK ikke er relevant nok iforhold til hva som forventes ved gjennomføring av numeriske oppgaver og prosjekter. Her beskriver figur 3.12 hvordan studentene føler opplæringen av de viktigste phyton bibliotekene for numerisk fysikk har vært. Og hvor relevant studente synes ITGK er for oppgavene, hvor det er den eneste formen for introduksjon til python studenten får før numeriske øvinger.



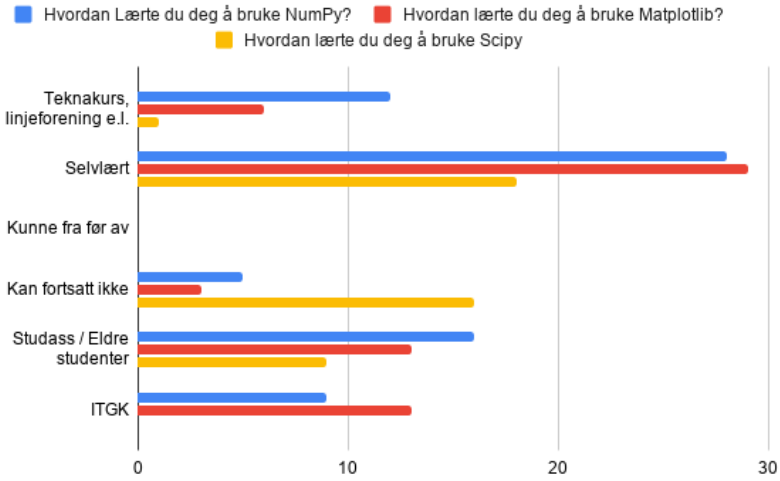
Figur 3.12: Relevans ved ITGK og spesifikk opplæring i nyttige python biblioteker

Det er flere studenter som har uttrykt at ITGK ikke dekker mye av det som trengs for numerisk fysikk. Her ligger fokuset på grunnleggende programmering som jo er viktig for å lære seg python, men mangler en innføring i det som er viktig for å løse oppgavene i fysikk emnene. Her er det spesifikt snakk om python biblitekene NumPy, Matplotlib og SciPy. Her har det blitt ytret et ønske om en ITGK versjon som er litt mere relevant for numerisk fysikk og rettet mere mot NumPy, SciPy enn å bruke mye tid på strenge behandling.



Figur 3.13: Svar angående relevans ved nummerikk for fysikk emnene

I figur 3.13 er det i hovedsak forståelsen det er snakk om og mange studenter synes numeriske oppgaver er et bra verktøy for å forstå emnet bedre samtidig som det er nyttig å lære seg for videre studier og sener jobb. Men som også er tydelig fra figuren er det ikke alle emnene hvor studenten har fått like mye læringsutbytte av de numeriske øvingene. For å trekke ut et emne hvor de fleste er fornøyd med læringsutbyttet er det TFY 4215, her har flere studenter ytret at de synes øvingene er gode iforhold til hvor relevant det er for pensum.



Figur 3.14: Svar på hvordan studentene har lært å bruke NumPy, matplotlib og SciPy

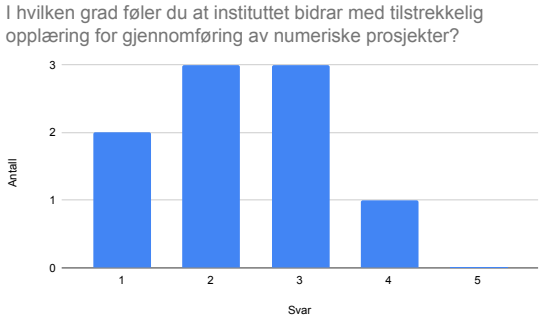
Figur 3.14 beskriver her hvordan studenten har lært seg å bruke de viktigste python biblioteken som har vært nyttig til å løse numeriske oppgaver. I hovedsak har tiden gått på lære det selv og her har mange studenter ytret et ønske om å få en introduksjon til de viktigste python bibliotekene på forhånd slik at øvingene ikke blir i overkant tidkrevende da man må bruke mye tid på å lære seg viktige innebygde python-funksjoner. Mye av fokuset har da blitt på å lære seg python biblioteken og innebygde funksjoner som studentene føler skal ha vært kjent, isteden for å løse fysikk numerisk.

Dette har spesielt gått ut over emnen FY1001 og FY1003 hvor det kun var satt av 2 timer på å jobbe med øvingen i øvingstimen og godkjennelse var basert på oppmøte. Det handlet derfor bare om å få til så mye du rakk å gjøre på de 2 timene.

3.4 Kull 20

I Kull 20 var det 12 som svarte på den numeriske delen av undersøkelsen. Svarene i undersøkelsen vil derfor kun være relevant for ITGK og mekanisk fysikk.

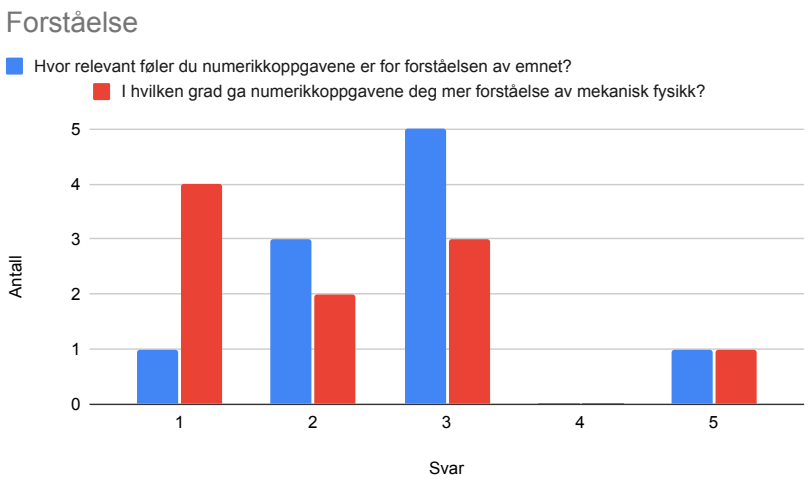
Figur 3.15 viser at det er en spredning på den lavere delen av skalaen. Her har en student også trukket frem at programmeringen som studentene har lært i ITGK ikke er tilstrekkelig nok til å etterkomme kravene til øvingene i mekanisk fysikk. Til tross for dette er det flere som føler de kan gjennomføre numeriske prosjekter selvstending. Ifølge figur 3.16 ligger svarene fordelt rundt midten av skalaen, noe som kan tyde på at studentene i kull 20 har funnet andre måter å lære seg de nødvendige ferdighetene på.



Figur 3.15: Svar på hvorvidt studentene føler at instituttet har bidratt med tilstrekkelig opplæring.

Figur 3.16: Svar på hvorvidt studentene føler de er i stand til å gjennomføre selvstendige, numeriske prosjekt.

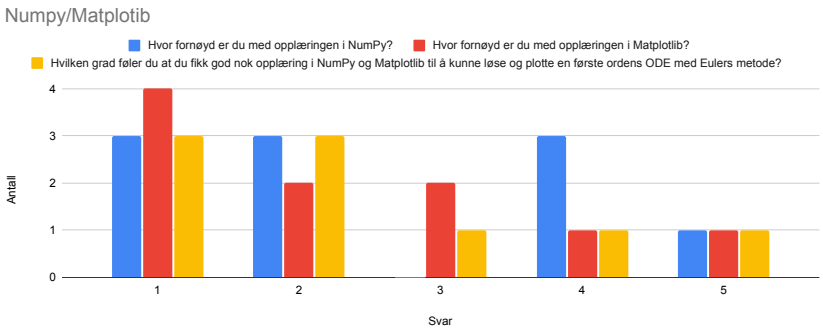
På spørsmålene som omhandlet forståelse av numerikken i samsvar med pensum har studentene svart spredt. Ifølge figur 3.17 mener flere at numerikken har vært relevant for forståelse av emnet, men at de ikke har fått noen større forståelse. Dette samsvarer med at flere studenter har sagt at de skjønner hvorfor numerikk er viktig, men at pensumet har vært for vanskelig. Figuren viser allikevel at det er noen som både syntes numerikk er relevant, og forståelig.



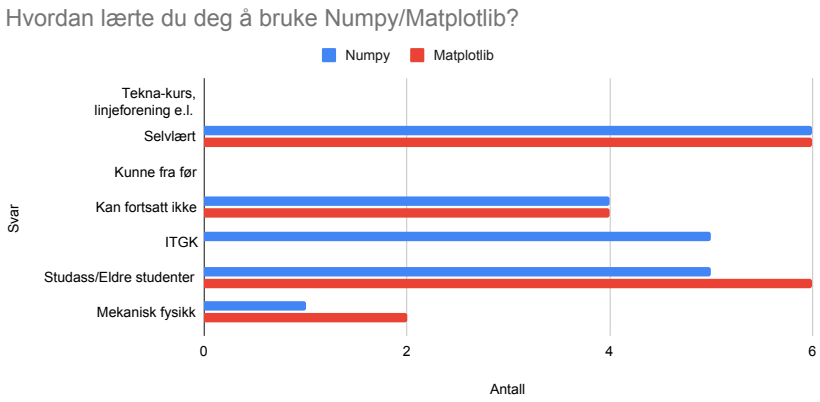
Figur 3.17: Svar på hvordan numerikk har bidratt til forståelse av emnet.

Spørsmålene stilt spesifikt om Numpy og Matplotlib har i større grad vært rettet mot hovedlæringsmålene i FY1001 fra kartleggingen i NUMPROG: "Hovedlæringsmålene for de tre øvingene er introduksjon til python-bibliotekene numpy og matplotlib, samt å løse 1. ordens ODEs med Eulers metode." Figur 3.18 viser da at studentene stort sett er mer fornøyd med opplæringen i Numpy enn i Matplotlib. Flere føler fortsatt at instituttet ikke har bidratt med tilstrekkelig opplæring til å tilfredstille læringsmålene de har vedtatt.

Dette kommer spesielt frem i spørsmålet om hvordan studentene i kull 20 lærte å bruke Numpy og Matplotlib. Her kunne studentene velge flere alternativer, siden de antakeligvis ikke bare har tilegnet seg evner fra én kilde. Her viser figur 3.19 at de fleste føler at de har fått mest ut av å lære Numpy og Matplotlib selv, eller ved hjelp av en studass/eldre student. Allikevel er det en betydelig andel som har svart at de lærte Numpy av ITGK, og et fåtall som som har svart mekanisk fysikk. Mange føler også at de fortsatt ikke kan Numpy og Matplotlib, noe som samsvarer med svarene i 3.18.



Figur 3.18: Svar på hvor fornøyde studentene er med opplæringen i Numpy og Matplotlib, samt i hvilken grad studentene føler at de fikk god nok opplæring i NumPy og Matplotlib til å kunne løse og plotte en første ordens ODE med Eulers metode.



Figur 3.19: Svar på hvordan studentene har lært å bruke Numpy og Matplotlib.