

Identifiserte læreplanendringer og konsekvenser for begynneremner i matematikk, statistikk og fysikk

Kort oppsummering

De nye læreplanene er mer åpne enn de gamle. Dette er ment for å fremme dybdelæring i emnene. For vår del betyr det at det ikke er like tydelig hva studentene bringer med seg av forkunnskaper.

Verbene som beskriver arbeidsformene er endret, for eksempel
"forenkle", "omforme" og "identifisere" → "utforske" og "analysere"
"gjøre rede for" → "forstå sammenhenger"

For vurdering er det mer fokus på underveisvurdering enn tidligere, og elevene skal få vise kompetansen sin på varierte måter, både skriftlig, muntlig og praktisk/digitalt.

Generell informasjon

Opptakskrav for de fleste av våre studenter er emnene 1T, R1, R2, Naturfag og Fysikk 1. Mange har også Fysikk 2.

Lenker til studieplanene:

- 1T: [gammel](#) og [ny](#)
- R1: [gammel](#) og [ny](#)
- R2: [gammel](#) og [ny](#)
- Fysikk 1: [gammel](#) og [ny](#)
- Fysikk 2: [gammel](#) og [ny](#)

Introduksjon: Generelle endringer i læreplanene gjennom fagfornyelsen

Prosjektgruppen har gjennom sammenlikning av ny (LK20) og gammel læreplan (LK06), fagstoff i nye lærebøker i VGS (Aschehoug), prøveeksamen for videregående skole og informasjon fra workshop med lærere i VGS identifisert endringer som kan påvirke begynneremnene i matematikk, statistikk og fysikk ved NT-fak.

De gamle læreplanene i Kunnskapsløftet (LK06) inneholdt mange og detaljerte kompetansemål, og med innføringen av Kunnskapsløftet 2020 (LK20 Fagfornyelsen) er antall kompetansemål noe redusert for å gi mer rom for dybdelæring. Dette kan eksemplifiseres ved at det ikke lenger er noen kompetansemål i matematikkfagene R1 eller R2 som eksplisitt omhandler differensialligninger. I tillegg er kompetansemålene i fagfornyelsen til dels mer åpne/vagere formulert, slik at det for enkelte temaer i

noen grad blir opp til den enkelte skole/faggruppe å vurdere hva som er sentralt og hvilke ferdigheter elevene skal tilegne seg. Som eksempel på dette kan vi trekke frem følgende mål fra læreplanen for matematikk R2

Gammel læreplan:

- *forenkle og løse lineære og kvadratiske likninger i trigonometriske uttrykk ved å bruke sammenhenger mellom de trigonometriske funksjonene*
- *omforme trigonometriske uttrykk av typen $a \sin kx + b \cos kx$, og bruke dem til å modellere periodiske fenomener*

Ny læreplan:

- *utforske egenskaper ved radianer og trigonometriske funksjoner og identiteter og anvende disse egenskapene til å løse praktiske problemer*

Dette illustrerer hvordan kompetansemålene i den nye læreplanen er vagere formulert, samtidig som den nye læreplanen eksplisitt fokuserer på at elevene skal jobbe utforskende. Det er jo litt utfordrende å vite nøyaktig hva som skal tolkes inn i «utforske egenskaper ved radianer og trigonometriske funksjoner og identiteter og anvende disse egenskapene til å løse praktiske problemer», men basert på Aschehougs lærebok og det publiserte eksempelsettet for R2-eksamen ser det egentlig ut til at forventningene til elevene i «nye» R2 ikke er lavere enn det som er beskrevet i kompetansemålene fra «gamle» R2.

Samme endring finner vi igjen i Fysikk 1.

Gammel læreplan:

- *identifisere kontaktkrefter og gravitasjonskrefter som virker på legemer, tegne kraftvektorer og bruke Newtons tre lover*
- *gjøre rede for energibegrepet og begrepene arbeid og effekt og foreta beregninger og drøfte situasjoner der mekanisk energi er bevart*
- *gjøre rede for situasjoner der friksjon og luftmotstand gjør at den mekaniske energien ikke er bevart, og gjøre beregninger i situasjoner med konstant friksjon*

Ny læreplan:

- *utforske, analysere, og beskrive rettlinjer bevegelse.*
- *forstå sammenhenger mellom krefter, bevegelse og energi, og bruke dem til å gjøre beregninger.*
- *forstå og gjøre rede for konsekvenser av at bevegelsesmengde og energi er bevart, og bruke dette i beregninger.*

Videre legger de nye læreplanene i matematikk større vekt på utforskning og problemløsning, og både i matematikk og fysikk er det et økt fokus på modellering og bruk av programmering enn tidligere. Det er også et tydeligere fokus på underveisvurdering nå enn tidligere, og de nye læreplanene krever at elevene skal få vise kompetansen sin på varierte måter, både skriftlig, muntlig og praktisk/digitalt. Det legges også opp til at hjelpemidler som CAS og programmering i Python i stor grad skal kunne benyttes under eksamen.

I seksjonene under vil vi gjøre rede for endringer i matematikk- og fysikklæreplanene, med fokus på endringer som kan ha betydning for emnene våre.

Matematikk og statistikk

De fleste av studentene vi mottar vil ha kombinasjonen 1T-R1-R2, da dette er opptakskrav for alle sivilingeniørstudiene og for bachelor i matematiske realfag. Endringene i disse fagenes læreplaner kan dermed medføre at det er nødvendig å gjøre endringer i noen av våre begynneremner i matematikk og statistikk. Ved en gjennomgang av læreplanene har vi identifisert at noen temaer ikke lengre eksplisitt nevnes i de nye læreplanene, mens programmering og enkle numeriske metoder har fått større plass. I det følgende skisseres noen hovedendringer vi har merket oss, men for en full gjennomgang henvises det til det gamle og nye læreplanverket: [R-matematikk, gammel](#) og [R-matematikk, ny](#).

Vi vil også henvise [kjerneelementene](#) som er nytt med LK20 og som beskriver sentrale og gjennomgående tema for faget. Matematikk R/S har 6 kjerneelementer: [Utforskning og problemløsning](#); [Modellering og anvendelser](#); [Resonnering og argumentasjon](#); [Representasjon og kommunikasjon](#); [Abstraksjon og generalisering](#); [Matematiske kunnskapsområder](#).

Differensialligninger:

I den “gamle” læreplanen for matematikk R2 var differensialligninger inkludert, gjennom kompetansemålene

- *modellere praktiske situasjoner ved å omforme problemstillingen til en differensiallikning, løse den og tolke resultatet*
- *løse lineære første ordens og separable differensiallikninger ved regning og gjøre rede for noen viktige bruksområder*
- *løse andre ordens homogene differensiallikninger og bruke Newtons andre lov til å beskrive frie svingninger ved periodiske funksjoner*
- *løse differensiallikninger og tegne retningsdiagrammer og integralkurver, og tolke dem ved å bruke digitale hjelpemidler*

I de nye læreplanene (LK20 Fagfornyelsen) blir ikke differensiallikninger eksplisitt nevnt. Aschehougs lærebok for matematikk R2 inkluderer riktignok første ordens lineære differensiallikninger i et kapittel om modellering, men både diskusjoner med lærere fra VGS og det publiserte eksempelet som er utarbeidet for R2-eksamen indikerer at vi ikke kan forvente at alle elever har møtt differensiallikninger i “nye” R2.

Integrasjon og rekker (samt bruk av programmering):

I den gamle læreplanen for R2 var det formulert følgende kompetansemål for temaet **integrasjon**:

- *gjøre rede for definisjonen av bestemt integral som grense for en sum og ubestemt integral som antiderivert*
- *beregne integraler av de sentrale funksjonene ved antiderivasjon og ved hjelp av variabelskifte, ved delbrøkoppspalting med lineære nevner og ved delvis integrasjon*
- *tolke det bestemte integralet i modeller av praktiske situasjoner og bruke det til å beregne arealer av plane områder og volumer av omdreiningslegemer*

I den nye læreplanen er de relaterte kompetansemålene formulert som

- *gjøre rede for integral som en grenseverdi av en følge av summer, og tolke betydningen av denne grenseverdien i ulike situasjoner*
- *gjøre rede for analysens fundamentalteorem og gjøre rede for konsekvenser av teoremet*
- *utvikle algoritmer for å beregne integraler numerisk, og bruke programmering til å utføre algoritmene*
- *anvende derivasjon og integrasjon til å analysere og tolke egne matematiske modeller av reelle datasett*
- *analysere og tolke ulike funksjoner ved å bruke derivasjon og integrasjon, og anvende integrasjon til å beregne ulike mål av omdreiningslegemer*

Vi ser at den nye læreplanen ikke eksplisitt nevner integrasjonsmetoder som variabelskifte eller delvis integrasjon, men har med et eget mål om det å utvikle numeriske algoritmer og bruke programmering til å implementere dem. Dette betyr neppe at elevene ikke lærer integrasjonsmetoder, en gjennomgang av Aschehougs læreverkt for R2 viser at integrasjonsmetoder behandles der. Videre ser vi at eksempelsettet som er utarbeidet for R2-eksamen tester integrasjon ved variabelskifte på del 1 (uten hjelpemidler). Men det er mulig fokuset på integrasjonsmetoder i “nye” R2 vil tones noe ned for å gi plass til numeriske metoder.

Når det gjelder **følger og rekker** var det i den gamle læreplanen for R2 formulert følgende kompetansemål:

- *finne og analysere rekursive og eksplisitte formler for tallmønstre med og uten digitale hjelpemidler, og gjennomføre og presentere enkle bevis knyttet til disse formlene*
- *gjennomføre og gjøre rede for induksjonsbevis*
- *summere endelige rekker med og uten digitale hjelpemidler, utlede og bruke formlene for summen av de n første leddene i aritmetiske og geometriske rekker, og bruke dette til å løse praktiske problemer*
- *regne med uendelige geometriske rekker med konstante og variable kvotienter, bestemme konvergensområdet for disse rekkene og presentere resultatene*

I den nye læreplanen er dette formulert som

- *utforske egenskaper ved ulike rekker og gjøre rede for praktiske anvendelser av egenskaper ved rekker*
- *utforske rekursive sammenhenger ved å bruke programmering og presentere egne framgangsmåter*

Dette illustrerer igjen hvordan programmering nå skal trekkes inn i matematikken, men også hvordan den nye læreplanen eksplisitt fokuserer på at elevene skal jobbe utforskende.

Kombinatorikk og sannsynlighet:

I de “gamle” læreplanene lærte elevene om kombinatorikk og sannsynlighet i 1T og R1, der de aktuelle kompetansemålene fastslo at elevene skulle kunne

- formulere, eksperimentere med og drøfte enkle uniforme og ikke-uniforme sannsynsmodellar (1T)
- berekne sannsyn ved hjelp av systematiske oppstillinger, og bruke addisjonssetninga og produktsetninga (1T)
- bruke omgrepa uavhengnad (bm.: uavhengighet) og vilkårsbunde (bm.: betinget) sannsyn i enkle situasjonar (1T)
- lage binomiske sannsynsmodellar ut frå praktiske døme, og berekne binomisk sannsyn ved hjelp av formlar og digitale hjelpemiddel (1T)
- gjøre rede for begrepene uavhengighet og betinget sannsynlighet, og utlede og anvende Bayes' setning på to hendelser (R1)
- drøfte kombinatoriske problemer knyttet til ordnede utvalg med og uten tilbakelegging og uordnede utvalg uten tilbakelegging, og bruke dette til å utlede regler for beregning av sannsynlighet (R1)

Med de nye læreplanene (LK20 Fagfornyelsen) er det ingen kompetansemål i 1T, R1 eller R2 som eksplisitt refererer til kombinatorikk eller sannsynlighet. I de nye læreplanene skal imidlertid elevene

- planlegge og gjennomføre et selvstendig arbeid med reelle datasett knyttet til naturvitenskapelige temaer og forhold, og analysere og presentere funn (R1)
- gi eksempler på ulike situasjoner som kan modelleres ved å bruke ulike matematiske funksjoner, og modellere og analysere slike situasjoner ved å bruke reelle datasett (R2)

For R1 virker det rimelig å anta at dette innebærer å beregne ulike statistiske parametre (som gjennomsnitt, standardavvik) og å lage passende grafiske fremstillinger. Basert på lærebok og eksempeleksamen for R2 synes det som det der legges mye vekt på å bruke digitale verktøy til kurvetilpasning, og deretter jobbe videre med funksjonen de mener passer datasettet best.

Noen av våre studenter kan ha kombinasjonen S1-S2 som erstatning for R1 (i de studieprogram som kun krever R1). Når vi ser på disse læreplanene er både kombinatorikk og sannsynlighet nevnt som egne kompetansemål. I Matematikk S1 skal elevene

- utforske og forstå kombinatoriske forsøk med ordnede og uordnede utvalg
- bruke digitale verktøy til å simulere og utforske utfall i stokastiske forsøk, og forstå begrepet stokastiske variabler
- analysere et problem der sannsynlighet og kombinatorikk inngår, og bruke ulike strategier i problemløsingen
- utforske og tolke binomiske og hypergeometriske fordelinger, og gi eksempler på reelle anvendelser av disse fordelingene

og i Matematikk S2 skal de

- forstå begrepene forventningsverdi, varians og standardavvik, og bruke disse størrelsene til å tolke stokastiske variabler
- simulere utfall i, utforske og tolke ulike statistiske fordelinger, og gi eksempler på reelle anvendelser av disse fordelingene
- argumentere for sentralgrensesetningen og utforske og tolke praktiske situasjoner ved hjelp av normalfordelingen

- gjennomføre hypotesetesting i reelle datasett og tolke resultatet

Konsekvenser for våre begynnermener i matematikk og statistikk

Endringene vi ser i LK20 kan være en anledning til nye arbeidsformer for økt forståelse og bygge videre på tanken om dybdelæring. Som nevnt er kompetansemålene i VGS rundere, mindre eksplisitt og konkret. Arbeidsformene er mer åpne der elevene skal utforske og analysere, bruke digitale verktøy og simulere, argumentere og forstå. Dette gjenspeiler kjerneelementene i både matematikk R og S.

Basert på dette kan man vurdere å utvikle flere studentaktive læringsformer som for eksempel lar studentene jobbe med utforsking, bevis og argumentasjon, som kan bidra til økt motivasjon, forståelse og innsikt.

Det kan også være grunn til å være oppmerksom på ferdighetene i algebra studentene har med seg fra skolen. Selv om det ut fra lærebøkene og prøveeksamen ikke ser ut til at det er mindre krav til bl.a. algebra og regneteknikker, er eksamensdelen uten hjelpemidler redusert til to timer. Man kan se for seg at det dermed kan bli lagt mindre vekt på denne delen i undervisningen i VGS, og at vi i undervisningen ved NT-fak i større grad må bygge disse ferdighetene hos studentene. Dermed må både læringsaktiviteter, læringsressurser og vurderingsformer designes for å fremme også disse ferdighetene, altså gi grunnlag til å vise sin kompetanse muntlig i tillegg til skriftlig og digitalt - og kritisk kunne vurdere egne og andres løsninger i tråd med det studentene har med seg fra VGS.

Fysikk

Elever i videregående skole kan studere fysikk gjennom emnene Fysikk 1 og Fysikk 2. Disse tas henholdsvis i andre og tredje år. I tillegg dekkes noen relevante temaer for fysikk i emnet Naturfag, som for eksempel energi. Naturfag er obligatorisk emne og tas første år på videregående.

Studentene vi mottar vil alle ha Naturfag og Fysikk 1 som bakgrunn, siden det er opptakskrav. Mange studenter vil også ha fysikk 2, men det er ikke obligatorisk. Videre vil noen ha emner som teknologi og forskningslære.

Endringene fra den gamle til den nye læreplanen kan grovt sett deles i tre kategorier: 1) endringer i faglig innhold i Fysikk 1 og Fysikk 2, 2) endringer i faglig innhold i teoretisk (T) eller realfaglig (R1 og R2) matematikk og 3) endring i arbeidsmåter og evalueringsmetoder. Fysikkfagene dekker generelt sett veldig bredt, med blant annet klassisk mekanikk, elektromagnetisme, kvantemekanikk og generelle ferdigheter som forsøksplanelegging. De aller fleste universitetene starter med emner innen klassisk mekanikk og noen inkluderer også termodynamikk i første studieår for fysikkstudentene. I arbeidet her har vi fokusert på disse tema, siden emner som elektromagnetisme typisk starter fra grunn uten forventede forkunnskaper fra videregående skole.

Endringer i faglig innhold i Fysikk 1 og Fysikk 2

Den største endringen i læreplanene i fysikkemnene er at kompetansemålene er langt åpnere definert. Flere kompetansemål er også formulert med større fokus på viktige sammenhenger i fysikken. Eksempler fra klassisk mekanikk inkluderer kompetansemålene som tidligere var:

- Identifisere kontaktkrefter og gravitasjonskrefter som virker på legemer, tegne kraftvektorer og bruke Newtons tre lover.

- Gjøre rede for energibegrepet og begrepet arbeidet og effekt og foreta beregninger og drøfte situasjoner der mekanisk energi er bevart
- Gjøre rede for situasjoner der friksjon og luftmotstand gjør at den mekaniske energien ikke er bevart, og gjøre beregninger i situasjoner med konstant friksjon

Som dekkes i den nye læreplanen med:

- utforske, analysere og beskrive rettlinjert bevegelse
- forstå sammenhenger mellom krefter, bevegelse og energi, og bruke dem til å gjøre beregninger
- forstå og gjøre rede for konsekvenser av at bevegelsesmengde og energi er bevart, og bruke dette i beregninger

Det er naturlig og tenke at disse dekker samme innhold og at f.eks. å tegne kraftvektorer og bruke Newtons tre lover ligger inne i «utforske, analysere og beskrive rettlinjert bevegelse». Slik vi leser kompetansemålene er i praksis alle de viktige læringsmål innen klassisk mekanikk og termodynamikk dekket. Det er dog flere kompetansemål som går utover de i den gamle, og dette er delvis basert på nye arbeidsmåter. Mer om dette kommer i seksjonene under.

Endringer i faglig innhold i teoretisk (T) eller realfaglig (R1 og R2) matematikk

I den “gamle” læreplanen for matematikk R2 var differensialligninger inkludert, gjennom kompetansemålene

- *modellere praktiske situasjoner ved å omforme problemstillingen til en differensiallikning, løse den og tolke resultatet*
- *løse lineære første ordens og separable differensiallikninger ved regning og gjøre rede for noen viktige bruksområder*
- *løse andre ordens homogene differensiallikninger og bruke Newtons andre lov til å beskrive frie svingninger ved periodiske funksjoner*
- *løse differensiallikninger og tegne retningsdiagrammer og integralkurver, og tolke dem ved å bruke digitale hjelpemidler*

I de nye læreplanene (LK20 Fagfornyelsen) blir ikke differensiallikninger eksplisitt nevnt. Aschehougs lærebok for matematikk R2 inkluderer riktignok første ordens lineære differensiallikninger i et kapittel om modellering, men både diskusjoner med lærere fra vgs og det publiserte eksempelsettet som er utarbeidet for R2-eksamen indikerer at vi ikke kan forvente at alle elever har møtt differensiallikninger i “nye” R2.

Endring i arbeidsmåter og evalueringsmetoder

En av de største forandringene i de nye læreplanene er introduksjonen av programmering. Dette vises godt i nye kompetansemål som f.eks.

- Bruke numeriske metoder og programmering til å modellere og utforske bevegelse i situasjoner der akselerasjonen ikke er konstant

Dette er noe vi bør dra nytte av. Programmering er et essensielt verktøy for de fleste fysikere og det at studentene har med seg kunnskaper innen det fra videregående kan la oss utforske fysikken dypere fra

start. En veldig god mulighet er å bruke numeriske metoder til å kompensere for mangelen på differensiallikninger, som er essensielle i fysikken.

Konsekvenser for begynneremner i fysikk

Introduksjonsemnene i fysikk ved IFT starter i praksis fra grunn og går gjennom de relevante deler fra videregående pensum (dog ganske raskt). Endringene i fysikkemnene vil dermed ikke ha en direkte effekt på emnene våre slik de er nå. Det er dog to andre endringer som er viktige:

- Fjerningen av differensiallikninger i matematikken
- Et stort fokus på programmering med Python på videregående

Disse endringene har litt forskjellige følger. Fjerningen av differensiallikninger gjør at vi i førstesemesteremnene bør fokusere mer eksplisitt på hva det er og deres rolle i fysikken. Det økte fokuset på programmering vil trolig gjøre det enklere å bruke programmering i disse introemnene på en god måte.