

S1+S2 som mulig opptaksgrunnlag for studier i realfag og teknologiske fag **Tilråding fra en arbeidsgruppe nedsatt av UHR-MNT**

Det er nye læreplaner i matematikk i videregående skole. Utdanningsdirektoratet har gjort Kunnskapsdepartementet oppmerksom på at i de nye planene er det realfaglige løpet R1/R2 og det samfunnsfaglige løpet S1/S2 kommet nærmere hverandre i innhold og nivå, og at det derfor kan være på sin plass å vurdere om de to løpene i fremtiden bør gi like mange realfagspoeng. Direktoratet spør også om endringene innebærer at man bør vurdere å forandre de spesielle opptakskravene som gjelder til enkelte matematikkrevende studier. Kunnskapsdepartementet har henvendt seg til Universitets- og høyskolerådet for råd, og UHR-MNT har nedsatt følgende arbeidsgruppe til å utrede spørsmålene:

Tom Lindstrøm (UiO), leder
Thomas Gjesteland (UiA og MatRIC)
Brit Julbø (HVL)
Per Manne (NHH)
Antonella Zanna Munthe-Kaas (UiB og NMR)
Knut Mørken (UiO)
Mads Nygård (NTNU og UHR-MNT)

Utvalgets hovedoppdrag har vært å utrede følgende tre spørsmål fra Kunnskapsdepartementet:

- Er R- og S-matematikk i de nye læreplanene så like at de bør sidestilles som grunnlag for opptak til teknologiske fag og realfag?
- Er det grunnlag for å vurdere hvorvidt R1 fortsatt kan erstattes av S1+S2?
- Er det grunnlag for å sidestille R2 og S2 med hensyn på realfagspoeng og hvilke konsekvenser bør det eventuelt få?

Disse spørsmålene er ikke uavhengige av hverandre, og vi vil bruke mest tid på det første av dem.

Bakgrunn

Med de gamle læreplanene er kombinasjonen S1+S2 regnet som likeverdig med R1 for opptak til realfaglige studier. Dette betyr ikke at lærestoffet i S1+S2 dekker alt lærestoff i R1 – det mangler spesielt kunnskaper om vektorregning og geometri – men at man antar at studentene vil ha god nok bakgrunn til å kunne kompensere for forskjellene. Siden S1+S2 inneholder en god del statistikk som ikke er inneholdt i R1, vil S-elevene til gjengjeld ha fordeler i andre kurs.

I den gamle læreplanen er det en klar nivåforskjell mellom S-løpet og R-løpet, og spesielt mellom S1 og R1. Store deler av S1 fremstår som en repetisjon, konsolidering og forsiktig utvidelse av 1T. Dette har gjort det mulig for elever med 1P å ta S1 uten altfor store problemer. Sammenlignet med R1 har S1 dermed fungert som en pedagogisk differensiering og gitt elever som egentlig hadde falt av matematikkløpet, en mulighet til å komme på igjen. Det gamle S2 er faglig sett mer ambisiøst enn S1, og ligger på et sammenlignbart nivå med R1.

Som vi skal komme tilbake til senere, er de nye læreplanene krevende å vurdere, men det virker som det i fremtiden vil bli atskillig vanskeligere å gå fra 1P til S1: De repeterende og

konsoliderende punktene i den gamle planen er fjernet og erstattet med mer krevende punkter om grenseverdier, kontinuitet og anvendelser av derivasjon. Denne endringen vil påvirke elevenes valg: Det vil med stor sannsynlighet bli færre elever som velger programfag i matematikk i fremtiden, men det er svært vanskelig å forutse hvordan de gjenværende elevene vil fordele seg mellom S-løpet og R-løpet. Hvis færre elever går fra 1P til S1, vil dette sannsynligvis ha større negative konsekvenser for lærerutdanninger og økonomiutdanninger enn for utdanninger innenfor realfag og teknologi.

Endring i faglig innhold fra de gamle til de nye planene

Det er en del temaer som enten er gått ut av eller kommet inn i læreplanene i den siste revisjonen. I R-løpet er det spesielt sannsynlighetsteori, plangeometri og differensialligninger som er gått ut, mens algoritmisk tenkning og programmering er kommet inn. Ellers ser det bare ut til å være mindre endringer. I S-løpet har grunnleggende algebra og lineær optimering gått ut, mens integrasjon, algoritmisk tenkning og programmering har kommet inn. I tillegg ser det ut være en faglig oppjustering av stoffet om grenseverdier, kontinuitet og derivasjon.

Det er ingen tvil om at de to løpene har kommet nærmere hverandre innholdsmessig. Mye av det som har gått ut (plangeometri, differensialligninger og lineær optimering), har vært spesielt for ett av kursene, mens mye av det som har kommet til (integrasjon i S2, algoritmisk tenkning og programmering), er felles. Det eneste som virker i motsatt retning, er at sannsynlighetsteorien er gått ut av R1, mens sannsynlighetsteori og statistikk fortsatt står sentralt i S-løpet. Det er imidlertid fortsatt en del som skiller kursene temamessig: Vektorregning, parametriserte kurver og trigonometriske funksjoner ligger bare i R-løpet, mens sannsynlighetsregning og statistikk bare finnes i S-løpet. I tillegg går R-løpet en god del lenger enn S-løpet innenfor integrasjon. Det er vanskelig å si eksakt hvor stor del av kursene disse emnene utgjør, men vi vil anslå det til mellom 20% og 30%.

Selv om to matematikkurs har et stort overlapp i temaer, kan de likevel skille seg mye i dybde og omfang. Vår neste oppgave blir derfor å se på hvordan stoffet behandles i R-løpet og S-løpet.

Læreplantolkning

De nye læreplanene er skrevet på en helt annet måte enn de gamle. Utskriftsversjonen av læreplanen til R-løpet er på åtte sider, men bare halvannen av disse brukes til konkrete kompetansemål i kursene. Resten er viet temaer som fagenes relevans og sentrale verdier, kjerneelementer, grunnleggende ferdigheter og vurdering. Disse avsnittene er av ganske generisk natur og bidrar i liten grad til å definere og avgrense kursene.

Det kan ofte være nyttig med et metaperspektiv på lærestoffet, men i dette tilfellet har prosessen gått så langt at kursene selv blir utydelige. Riktignok kan man lese ut av planene hvilke faglige hovedområder som skal behandles, men det er umulig å vite hva man skal vektlegge og hvor langt man skal gå innenfor hvert område. To matematikklærere uten kjennskap til norsk matematikktradisjon kunne ha endt opp med vidt forskjellige tolkninger etter å ha lest læreplanen: *De nye læreplanene kan ikke leses, de må tolkes, og den mest naturlige konteksten å tolke dem i er tradisjonen de er vokst ut av.*

For å utdype dette med et eksempel kan vi se på hvordan vektorregning er behandlet i den nye og den gamle læreplanen. I den nye R-planen er to punkter viet vektorregning:

- (R1) forstå begrepet vektor og regneregler for vektorer i planet, og bruke vektorer til å beregne ulike størrelser i planet
- (R2) utforske og forstå regneregler for vektorer i rommet, og bruke vektorer til å beregne ulike størrelser i rommet

I den gamle planen er det seks punkter som omhandler vektorregning:

- (R1) regne med vektorer i planet, både geometrisk som piler og analytisk på koordinatform
- (R1) beregne og analysere lengder og vinkler til å avgjøre parallellitet og ortogonalitet ved å kombinere regneregler for vektorer
- (R2) utføre beregninger med tredimensjonale vektorer som er representert både geometrisk og på koordinatform
- (R2) bruke og tolke skalar- og vektorproduktet i beregning av avstander, vinkler, areal og volum
- (R2) bruke vektorregning til å finne liknings- og parameterframstillinger til linjer, plan og kuleflater
- (R2) beregne lengder, vinkler og arealer i legemer avgrenset av plan og kuleflater

Forskjellen på de to planene er slående: Etter å ha lest den gamle planen har man et ganske klart bilde av hva som skal dekkes og hvor langt man skal gå. Med den nye planen aner man ikke – den gamle planen er én mulig tolkning, men det finnes mange andre som kan være like rimelige.

For å sammenligne S- og R-planene må vi altså velge tolkninger, og vi har valgt å tolke R2-løpet tradisjonelt: Der gammel læreplan og gammel praksis gir en rimelig tolkning av de nye læreplanene, har vi holdt hos til dem. Siden det virker urimelig å utvide planen uten å gi klar beskjed om hva som er nytt, ville det eneste alternativet til en tradisjonell tolkning være en som innskrenket det faglige omfanget, men siden R-løpet allerede har mistet mye stoff med de temaene som er gått ut, virker en slik tolkning urimelig streng. Den tradisjonelle tolkningen ser også ut til å være i samsvar med den strategien forlagene har valgt i lærebøkene i R1.

S-planen er mer utfordrende å tolke siden mange av de justeringene som er gjort, har brakt planen nærmere R-løpet slik at en del formuleringer nå er like eller nesten like i de to planene. Ser vi disse utsagnene gjennom tradisjonelle "S-briller", får vi ofte en helt annen tolkning enn når vi ser på dem som en del av R-løpet. Et eksempel er

- gjøre rede for analysens fundamentalteorem og gjøre rede for konsekvenser av teoremet

som er et kompetansemål både i R2 og S2. I S2-planen fremstår dette målet nærmest som endepunktet for integrasjonsopplæringen, og det er naturlig å tenke seg at det handler om forholdsvis enkle former for antiderivasjon. I R2-planen fremstår målet som utgangspunktet for en dypere utforskning av integralbegrepet, og da er det naturlig å utstyre seg med kraftigere verktøy. Skal vi dessuten holde fast ved vår filosofi om å tolke den nye læreplanen i lys av den gamle, må integrasjonsteknikker som substitusjon, delvis integrasjon og enkel delbrøkkoppspalting få plass i tolkningen, og dette er det eneste kompetansemålet det er naturlig å lese dem inn i. Selv om målet er likt formulert i S2 og R2, er det altså ut ifra konteksten naturlig å tolke det på vidt forskjellige måter i de to planene. Tilsvarende gjelder for en del andre punkter som formuleringsmessig ser mer eller mindre like ut i de to planene.

Tolker man S-planen på dens egne premisser og uten å skule for mye på likheter med R-planen, virker den altså fortsatt til å ligge et godt stykke under i faglig nivå, spesielt på de områdene som tradisjonelt har dannet grunnlaget for matematikkundervisningen i teknologi og realfag. Det er imidlertid vanskelig å vite hvor man skal legge seg i tolkningen av S-løpet så lenge det ikke finnes noen begrunnelse for hvorfor kursene er blitt lagt om. Den klare pedagogiske funksjonen S1 hadde i den gamle planen ved å gi 1P-elevne en ny sjanse, har

mer eller mindre forsvunnet i den nye planen, og det er vanskelig å se hva man egentlig ønsker å oppnå isteden.

Bør R- og S-matematikken sidestilles for opptak til teknologiske fag og realfag?

En av styrkene ved det norske utdanningssystemet er at det er nasjonalt og at nesten alle begynnerstudenter har fulgt den samme læreplanen. For universiteter og høyskoler betyr dette at man vet hva studentene kan fra før og hvor undervisningen skal begynne. Innenfor teknologi og matematikkunge realfag er det R2 som har definert utgangspunktet for matematikkundervisningen, og ved å bygge videre på R2-pensumet har man rukket å gi studentene den matematikkbakgrunnen de trenger for andre fag.

Sett fra dette perspektivet vil de nye læreplanene i matematikk gi realfagsutdanninger og teknologiske utdanninger en rekke utfordringer. Den mest åpenbare er at matematikkinnholdet i R-løpet er kraftig redusert, og at dette må tas igjen på universitets- og høyskolenivå. Riktignok vil studentene i tillegg komme til studiene med en viss programmeringskompetanse, men det er uvisst hvor langt den vil rekke: Hverken R- eller S-løpet inneholder ett eneste konkret mål der elevene skal lære å programmere, bare mål der de skal bruke grunnleggende programmering til å løse numeriske problemer. Uklarhetene i læreplanene skaper dermed ikke bare problemer for matematikkundervisningen, men også usikkerhet om hvordan programmeringsundervisningen skal legges opp.

Med de nye læreplanene følger det også nye eksamensformer. I 1P og 1T er det allerede innført en eksamensordning der alle hjelpemidler (inkludert symbolregnende dataprogrammer) er tillatt gjennom hele eksamen. Som en konsekvens er de første eksamenssettene (fra våren 2021) ribbet for oppgaver med den typen teknisk regning som er helt avgjørende for å kunne forstå og utføre argumenter i realfag og ingeniørfag. Til tross for kraftig protester fra universiteter og høyskoler tyder alt på at Utdanningsdirektoratet tar sikte på å innføre den samme ordning i S- og R-kursene. Erfaringsmessig vil ferdigheter som ikke testes til eksamen, bli nedprioritert i undervisningen. Om noen år kan det derfor tenkes at de nye ingeniør- og realfagsstudentene vil trenge omfattende etterutdanning i matematikk før de kan slippes løs på de tradisjonelle begynnerkursene i matematikk og andre fag.

I en så usikker og utfordrende situasjon er det uklokt å åpne studiene for enda flere studentgrupper. Selv om S-kursene skulle vise seg å holde et høyere faglig nivå enn vår analyse tilsier, vil S-elevne likevel mangle kompetanse på fagområder som står svært sentralt i realfag og teknologiske fag, spesielt innenfor vektorregning og funksjonslære (integrasjon, derivasjon og trigonometriske funksjoner). Kunnskaper i statistikk og sannsynlighetslære vil ikke kompensere for disse manglene i en undervisningssituasjon, og det vil være vanskelig å ta ordentlig hensyn til S-elevne uten å senke progresjonen ytterligere.

Vårt svar på det første utredningsspørsmålet blir derfor:

Tilråding: Vi tilrår at S1+S2 *ikke* vurderes som likeverdig med R1+R2 for opptak til studier i realfag og teknologiske fag.

Bør R1 fortsatt kunne erstattes av S1+S2 for opptak til studier?

Med de nye læreplanene vil S1+S2 dekke mer av lærestoffet i R1 enn tidligere. Det er derfor ingen *faglige* grunner til å stramme inn på ordningen. Likeverdigheten mellom R1 og S1+S2 har imidlertid hatt noen uønskede konsekvenser for fagvalg i videregående skole: Dyktige elever, som utmerket godt hadde kunnet ta R1, har isteden valgt S1+S2 av taktiske grunner fordi dette har gitt dem mindre arbeidspress, større mulighet for gode karakterer og flere realfagspoeng. Ordningen innebærer derfor et negativt incitament: Elevene premieres for å ta valg som gjør dem mindre kvalifisert for videre studier. De nye læreplanene hever nivået på

S-kursene, og vil nok dermed gjøre dette valget litt mindre attraktivt, men neppe nok til å fjerne problemet fullstendig.

Utvalget mener likevel at dette problemet ikke er stort nok til at det bør påvirke opptaksreglene. Vi bør ikke møte taktikkeri med mer taktikkeri, men basere opptaksreglene på hva søkerne faktisk kan.

Tilråding: Vi tilrår at S1+S2 fortsatt kan erstatte R1 for opptak til studier i realfag og teknologiske fag.

Selv om det neppe vil være aktuelt for utdanninger i realfag og teknologi, vil vi peke på at med løftingen av S-løpet kan også den omvendte problemstillingen oppstå: Noen utdanninger kan se på S1+S2 som sin primære rekrutteringsvei, og vurdere om de bør likestille R1 med denne kombinasjonen.

Bør R2 og S2 sidestilles med hensyn til realfagspoeng?

Det er to hovedbegrunnelser for realfagspoengene: For det første ønsker man å stimulere flere elever til å velge realfag i videregående skole, og for det andre ønsker man å kompensere for at elever gjennomgående får dårligere karakterer i realfag enn i andre fag, slik flere undersøkelser har vist. I dag gir R2 og Fysikk 2 ett realfagspoeng hver, mens alle de andre programfagene i realfag (deriblant R1, S1 og S2) gir et halvt realfagspoeng hver.

Elever som tar sikte på å studere teknologi og realfag, bør fortsatt velge R-kursene i videregående skole siden det er disse kursene som legger det grunnlaget universiteter og høyskoler bygger videre på. Riktignok blir statistikk stadig viktigere i de fleste fag, men så lenge R-løpet ikke inneholder statistikk, må universiteter og høyskoler selv sørge for de kunnskapene som er nødvendige.

Tidligere har det utvilsomt vært enklere å oppnå gode karakterer i S-kursene enn i R-kursene, men det er uklart i hvilken grad dette også vil gjelde i fremtiden. Det avhenger ikke bare av hvordan læreplanen blir tolket i praksis, men også av hvordan elevene fordeler seg: Selv om karaktergivingen skal være absolutt, tilsier all erfaring at den i stor grad blir relativ til den elevgruppen man faktisk har.

Momentene ovenfor tilsier at S2 *ikke* bør gi samme uttelling i realfagspoeng som R2. I tillegg vil flere realfagspoeng til S2 styrke det uheldige incitamentet til å ta S1+S2 istedenfor R1 av taktiske grunner. I ettertid er det lett å se at med de gamle læreplanene burde S1 ikke ha gitt realfagspoeng i det hele tatt siden kurset bare er en forsiktig utvidelse av 1T, men det nye S1 er så pass mye styrket at det virker unødvendig strengt å inndra realfagspoengene nå.

Tilråding: Vi tilrår at S2 og R2 *ikke* sidestilles med tanke på realfagspoeng.

Vi vil imidlertid stille spørsmål om ikke realfagspoengene bør utvides i en annen retning slik at de omfatter studenter som kvalifiserer seg til ingeniørutdanninger gjennom forkurs og realfagskurs. En del av disse studentene tar i dag R-kursene ved siden av for å skaffe seg realfagspoeng, og dette virker som en svært uhensiktsmessig bruk av ressurser.