

Rapport fra arbeidsgruppa for samordning av realfagene (fysikk, kjemi og statistikk) ved HVL.

Arbeidsgruppen ble oppnevnt den 25. april 2018 med frist for å levere inn sin anbefaling den 24. august.

Bestilling

Koordinerende utvalg for ingeniørutdanningen setter nå ned en arbeidsgruppe som skal komme forslag til hvordan rammeplanen sitt krav til realfag (kjemi, fysikk og statistikk) bør organiseres i ingeniørutdanningen ved HVL. I retningslinjene til rammeplanen er det også flere steder vist til betydningen av sammenhengen mellom realfagene og fagfeltet de inngår i.

Det er en viktig føring at det både i Haugesund og Førde er nødvendig med stor sambruk av emner mellom ulike ingeniørprogram.

- Arbeidsgruppen må ta stilling til hvordan læringsutbyttet for realfagene skal oppnås.
- Arbeidsgruppen skal vurdere emnestørrelser og mulige kombinasjoner av emner.
- Arbeidsgruppen utarbeider forslag/skisser til emnebeskrivelser *eller* moduler som kan inngå i emner.
- Arbeidsgruppen kan om ønskelig komme med innspill til arbeidsgruppen i matematikk vedrørende organisering av matematikk 3.

Medlemmer av gruppen

Gruppen er satt sammen av personer som ivaretar geografisk hensyn, perspektiv på realfagene (fysikk, kjemi og statistikk) i ingeniørutdanningen og/eller et helhetlig syn på ingeniørutdanningen:

- 1) Monika Metallinou Log, underviser i kjem og miljø (Haugesund), ledet arbeidet.
- 2) Solfrid Hasund, fungerende instituttleder for elektrofag (Bergen)
- 3) Ragnar Gjengedal, studiekoordinator ved institutt for maskin og marin fag (Bergen)
- 4) Kristin Fanebust Hetland, instituttleder ved institutt for data og realfag (Bergen)
- 5) Ørjan Fyllingen, studiekoordinator ved institutt for bygg (Bergen)

- 6) Eli Nummedal, studieleder og underviser i kjemi (Førde)
- 7) Kari Grethe Nordli Børve, underviser i kjemi (Bergen)
- 8) Harald Spångberg, underviser i fysikk (Haugesund)
- 9) Tryggve Buanes, underviser i fysikk (Bergen)
- 10) Helga Jonsdottir, underviser i statistikk (Bergen)

Bakgrunn for arbeidet

Arbeidet er basert på gjeldende rammeplan, [FOR-2011-02-03-107](#), og endring av læringsutbytte [FOR-2017-01-31-294](#). Nyeste revisjon av rammeplanen, [FOR-2018-05-18-870](#) er også benyttet, spesielt formuleringen i §3: «Hvert emne skal ha et omfang på minimum 5 studiepoeng, og antall studiepoeng i et emne skal være delelig på 2,5.»

I følge rammeplanens §3 (Struktur og innhold, side 11) tilhører realfagene emnegruppen programemner. «50 studiepoeng *programemner* som består av tekniske fag, realfag og samfunnsfag. Programemner er felles for alle studieretninger i et studieprogram.»

Omfanget av realfag skal være minimum 15 studiepoeng (side 35, siste avsnitt). «Den enkelte institusjon må sikre at omfanget i realfag er tilstrekkelig for å gi mulighet for overgang til videre utdanning. Fordelingen mellom fysikk, kjemi og statistikk er institusjonens ansvar. Det er ikke krav om lik fordeling av omfanget på de tre emnene, men institusjonene er ansvarlig for at læringsutbytte i §2 i forskriften og i dette kapittelet oppnås.»

Læringsutbyttebeskrivelser og utfyllende tekst angående realfagene gis i rammeplanens side 33-35.

Det betyr at rammeplanen i prinsippet definerer det samlede omfang for fagene Fysikk, Kjemi og Statistikk, uten å fastsette omfanget enkeltvis. Samtidig defineres en del tema som må inngå i hvert enkelt, og dermed indirekte, sier noe om omfang. HVL (KUI) hadde gjort et forarbeid for å kartlegge nåværende omfang og organisering, som ble levert til arbeidsgruppa i tabellen nedenfor.

Arbeidsgruppen har hatt fokus på hvor vidt realfagene er i tråd med rammeplanen, både når det gjelder omfang og organisering. Arbeidsgruppa har ikke myndighet (og heller ikke mandat – slik vi tolket det) til å ta andre hensyn (for eksempel økonomiske) enn overenstemmelse med rammeplan.

Gjeldende organisering av realfag ved HVL

Oversikten er hentet fra egenevalueringen av ingeniørutdanningene som ble gjennomført ved årsskiftet 2016/17 ved HiB, HiSF og HSH.

	Fysikk	Kjemi	Statistikk
Ingeniørprogram			
Kjemi	10 SP (KJE113)	95 SP	5 SP* (KJE115)
Data	7 SP (DAT106)	3 SP (DAT106)	5 SP* (MAT102)
Bygg ¹	5 SP (BYG103)	4 SP (BYG101)	5 SP* (BYG102)
Maskin ²	< 25 SP (MAS111)	5 SP (ING107)	5 SP* (MAS111)
Elektro ³	< 10 SP (ELE104)	1 SP (ELE101)	8 SP (ELE103)
Ingeniør, Førde ⁴	7,5 SP (FY2-101)	2,5+2,5 (FY2-101 + OR2-302)	5 SP (ME2-200)
Ingeniør Haugesund ⁵	10 SP (ING1008)	10 SP (ING1009)	5 SP (ING2053)

*Andelen er ikke oppgitt i emnebeskrivelsen. Emnet består om av to omtrent like store deler.

Arbeidsmåte: Arbeidsgruppens leder utarbeidet startdokument for diskusjonen med forslag til omfang for Fysikk, Kjemi og Statistikk, (hver for seg), ut fra temaene som rammeplanen oppgir at utdanningen skal dekke. Tilbakemeldingsfrist ble satt til før sommeren. Gruppemedlemmene deltok aktivt, men tidsrammen ble ikke alltid holdt. Gruppeleder hadde også telefonkontakt med gruppemedlemmene enkeltvis, før et felles Skype-møte ble avholdt den 13. august.

Arbeidsgruppens oppfatning av dagens «realfaglige» situasjon ved HVL og forslag til videre arbeid

Fra nåværende emnebeskrivelser, men også ut fra samtaler mellom gruppemedlemmene, er det tydelig at det arbeides på forskjellige måter på de forskjellige studier og fag. Denne «pluralismen» oppstår naturlig når forskjellige

¹ Fysikk og kjemi er integrert i flere emner; BYG103 *Mekanikk* og BYG101 *Materiallære*.

Studieretningen konstruksjon inkluderer emnet BYG104 *Bygningsfysikk*

² Fysikk er integrert i flere emner som inngår i alle studieprogrammene; MAS100 *Statikk og fasthetslære* MAS111 *Statistikk og fluidmekanikk*, MAS117 *Termodynamikk*

³ Fysikk er integrert i flere emner, bla ELE104 *Reguleringsteknikk 1 med fysikk*, ELE100 (2,5 SP) og ELE101 (1,5 SP).

⁴ Fysikk og kjemi (7.5sp + 2.5sp), Statistikk og økonomi (5sp statistikk), 2.5sp kjemi i innføringsemnet.

⁵ Kjemi og miljø 10 stp, 10 stp Fysikk, statistikk 5 stp. Miljøbiten i Kjemi og miljø kan tilhøre samfunnsfag, denne utgjør ca 3 stp.

fagpersoner og fagmiljø definerer hvordan hvert emne skal undervises. Utdanning er en «bransje» der «det finnes mange måter å gjøre ting rett på». For eksempel avveiningen mellom større mengder pensum, eller noe mindre pensum sett opp mot fordypning i deler av pensum løses som regel ulikt mellom lærerne. Arbeidsgruppa støtter at deler av pensum skal gjennomgås dypere, med den konsekvensen det har for at andre deler gjennomgås mer overfladisk (eller ikke i det hele tatt).

Det som gruppa hadde størst fokus på er å sikre overenstemmelse med rammeplanens beskrivelse for hvert av emnene, Fysikk, Kjemi og Statistikk, og definere minimumsomfanget for å dekke de nevnte temaene.

1) Kjemi

HVL tilbyr alle hovedtyper ingeniørutdanning (Maskin, Elektro, Bygg, Kjemi og Data) som betyr at behovet for kunnskaper i Kjemi vil variere mye mellom studieprogrammene. Kjemiingeniører har selvsagt Kjemi som del av både realfag, (inngår i programemner) og tekniske spesialiseringsemner, som totalt gir 95 sp Kjemi. Branningeniør og HMS-ingeniør linjene ble evaluert under studieprogrammet Kjemi under NOKUT-evalueringen i 2007. Disse har 10 sp. «Kjemi og Miljø» i første studieår (hvor av 7 sp Kjemi), samt andre tema som bygger på førsteårets Kjemi senere i studiet. Maskin og Elektro Y-vei i Haugesund henvender seg primært til et arbeidsliv der petrokjemisk industri samt aluminiumsproduksjon dominerer. Pga. det, og for å fremme sambruk av emner mellom de ulike ingeniørprogram i Haugesund, har også Maskin og Elektro Y-vei 10 sp Kjemi og Miljø i sine studieløp. Deretter har vi 2 utdanninger, Ingeniør Førde og Maskin (Bergen), med 5 sp Kjemi, noe ulikt organisert. Bygningsingeniørutdanningen har 4 sp, Data 3 sp og Elektro (Bergen) 1 sp med Kjemi.

Fra forskriften kan vi lese følgende:

Det kreves ingen forkunnskaper i kjemi utover generell studiekompetanse, og en basis i grunnleggende kjemi er derfor nødvendig. Dette omfatter kunnskap om det periodiske system og elementers egenskaper, oppbygning av kjemiske forbindelser, mengdeberegninger og likevektsbegrepet, løsninger, syrer og baser, reduksjons- og oksidasjonsreaksjoner, korrosjon, elektrokjemi, gasser, termodynamikk og energi, reaksjonshastigheter og enkel organisk kjemi med fokus på industrielt viktige forbindelser som for eksempel plast og petroleumsforbindelser. Forsvarlig håndtering, bruk, oppbevaring og avhending av stoffer, og grunnleggende HMS skal gjennomgås. Videre undervisning skal tilpasses hvert enkelt fagfelts behov. Aktuelle tema kan være innen materialteknologi, elektriske ledere, masse- og energibalanser,

krystallstruktur og fasediagrammer, nye energikilder, bruk og forståelse for materiell og materialer med kompleks kjemisk sammensetning, kvalitetssikring og kontroll, vurdering av produkter og prosesser, og miljømessige konsekvenser. Gode kunnskaper og ferdigheter i kjemi sett i sammenheng med eget fagfelt skal være et grunnlag for sikker fremtidig yrkesutøvelse, være en basis for videre utvikling og nye ideer, og bidra til en aktiv holdning til miljømessige utfordringer.

Arbeidsgruppen samstemmig mener at innholdet i ovennevnte paragraf kun lar seg oppfylle med et minimumsomfang på 5 sp innen Kjemi. Vi anbefaler derfor 5 sp som et minimum for samtlige studieprogram ved HVL. Vi anbefaler at disse 5 sp tilbys samlet i ett og samme emne. Det enkelte studieprogram kan kombinere 5 sp Kjemi med annet tema i et større emne, hvis det blir vurdert som hensiktsmessig. Hvert studieprogram kan også velge et tema som har spesiell interesse for de aktuelle studentene, innenfor de 5 sp med Kjemi. For eksempel betongkjemi for Bygg. Omfanget for «spesialtemaet» kan være opptil 1 sp.

Siden noen studieprogram kan komme til å velge spesialtema, og noen vil velge å kombinere Kjemi med annet pensum i et større emne, er det vanskelig for arbeidsgruppa å lage emnebeskrivelser. Disse må lages av det enkelte institutt. Vi kan utarbeide forslag til bolker som kan inngå i emnebeskrivelser. Dette er mulig innen Kjemi, fordi det er flere personer med Kjemibakgrunn i arbeidsgruppa, som kan danne en «Kjemi-undergruppe».

Når endringen er implementert, vil samtlige utdanninger ved HVL oppfylle rammeplanen på dette punktet.

2) Statistikk

Omfanget av Statistikk ved HVL er mer uniformt, med de fleste utdanningene på 5 sp og ett emne som kombinerer Statistikk og måleteknikker og oppgir 8 sp Statistikk (tabell fra KUI).

Fra forskriften kan vi lese følgende:

Aktuelle tema fra statistikk er ens for alle fagfelt, og skal bygge videre på statistikk fra videregående opplæring. Beskrivende statistikk bør omfatte sentral- og spredningsmål og enkle grafiske fremstillinger. Tema som er naturlige å dekke i sannsynlighetsregning er: Grunnleggende om sannsynlighetsbegrepet, betingede sannsynligheter, stokastiske variable, sannsynlighetsfordelinger, forventning og varians, fordelinger som binomisk, poisson, hypergeometrisk, normal og eksponential, og sentralgrenseteoremet. Statistisk analyse bør omfatte estimering, konfidensintervall og

hypotesetesting i normalfordeling og binomisk fordeling, litt om styrke og utvalgsstørrelse og en innføring i korrelasjon og lineær regresjon. Statistikkens mange anvendelser innen ingeniørfag bør synliggjøres i form av en variert og tilpasset eksempelbruk. Statistikk er også viktig allmennkunnskap, og anvendelser i hverdagslivet, samfunnsfag og risiko- og pålitelighet bør også vektlegges.

For eksempel kan statistikk knyttes tett opp mot praktiske anvendelser som analyse av data fra laboratorie- eller feltarbeid, eller programmering av simuleringsmodeller med stokastiske elementer, og matematikk kan gi sammenhengen mellom målelige størrelser og fysiske modeller. Mulige kombinasjoner av tema med statistikk kan være måleteknikk eller eksperimentelt arbeid.

Arbeidsgruppen mener at et minimumsomfang på 5 sp er tilstrekkelig for å dekke temaene som oppgis i rammeplanen, dog ikke med noe særlig dybde. Samtlige utdanninger ved HVL tilfredsstiller kravene til Statistikk i rammeplanen. Statistikk er et krevende emne for mange studenter, og konkretisering er nødvendig for langvarig læringsutbytte. Vi anbefaler at et minimum på 5 sp Statistikk videreføres for alle studieprogram. Hvis det lar seg gjøre, er det bra om statistikk kombineres (eller «samarbeider») med et annet realfaglig eller teknisk fag i samme semester, slik at nytten med og bruken av statistikk tydeliggjøres. Alternativet er å anvende statistikk i andre emner senere i studiet. Det kan ha fordeler pga. repetisjon, mens samarbeid i samme semester kan gi større motivasjon «der og da». Vellykkede eksempler på dette er emnene Statistikk og måleteknikk og Statistikk og landmåling.

Siden kun en person i arbeidsgruppa har bakgrunn innen statistikk (og vedkommende ble sykmeldt i prosessen) var det ikke mulig å danne «undergruppe i statistikk» for å utarbeide forslag til felles beskrivelse av bolker. Det er KUI / Dekan som har myndighet til å evt. etablere en slik «gruppe for statistikk».

3) Fysikk

Omfang av Fysikk i de ulike studieprogram varierer noe, med 5 sp som det laveste obligatoriske omfang. Fra tabellen utarbeidet av KUI kan det også sees at noen av studiene har definert omfanget ut fra rammeplanens beskrivelse, mens andre studier har i større grad oppgitt omfanget av Fysikk «i vid forstand» dvs. også tekniske spesialiseringsemner som bygger på Fysikk. Fra forskriften kan vi lese følgende når det gjelder Fysikk i ingeniørutdanningen:

«Mennesker er i dag omgitt av teknologi og nye teknologiske produkter fra vugge til grav. Fysikk spiller en viktig rolle i mange av disse produktene. I ingeniørutdanning er det viktig å forstå fysiske lover. Både klassisk fysikk og moderne fysikk inngår i faget Fysikk 1 i videregående opplæring. Fysikk i ingeniørutdanning skal bygge videre på dette. 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) og moderne fysikk. Videre må grunnleggende termodynamiske begreper og prinsipper være dekket. Forøvrig skal fysikkundervisningen tilpasses de enkelte fagfelts behov, både når det gjelder teori og anvendelser. Aktuelle tema er mekanikk, termodynamikk, elektromagnetisme, fluiddynamikk, kvantefysikk og bølgefysikk. Det er viktig at sammenhengen mellom fysikkens grunnleggende prinsipper og ingeniørfagenes tekniske begreper tydeliggjøres.»

Arbeidsgruppens oppfatning er at samtlige studieretninger ved HVL tilfredsstillende rammeplanens krav når det gjelder Fysikk. Ut fra et samlet minimumsomfang på 15 sp for realfagene samlet sett, og gitt at Arbeidsutvalget allerede har anbefalt 5 sp Kjemi (minimum) og 5 sp Statistikk (minimum) blir omfanget for minimum av obligatorisk Fysikk 5 sp. Vi anbefaler 5 sp obligatorisk Fysikk som et minimum for samtlige studieprogram.

Når det gjelder innhold, definerer rammeplanen noen tema som alle studieretninger må inneholder, mens «for øvrig» skal fysikkundervisningen tilpasses de enkelte fagfelts behov. De tema som alle studieretninger må inneholde kan beskrives i form av bolker, som kan inngå som hele eller deler av emnebeskrivelser. Det er allerede kommet forslag til slike bolker, men for å komme i mål, bør «en undergruppe i Fysikk» komme i inngrep med hvert enkelt institutt, for å diskutere organisering av de «obligatoriske temaene».

Erfaringene så langt med hvordan fysikk er organisert kan oppsummeres som følger: Haugesund har 10 sp Fysikk, samlet i første studieår. Fordelen av fysikk er synliggjort på vitnemålet, og opptakskravet til mastere som gir tittelen Sivilingeniør er tilfredsstillende (i utgangspunktet). Samtidig er dette et tungt emne for mange studenter, med høy strykprosent. Arbeidsgruppa mener at faglige hensyn bør veie tyngst når endringer skal vurderes. Løsningen med 2 emner på 5 sp hver (hvor av det ene er obligatorisk og det andre er valgemne) er også tilfredsstillende. Når de obligatoriske temaene innen fysikk allerede er dekket, og man velger tema fra rammeplanens «aktuelle områder» er det ikke

gitt at man må velge de av temaene som utdanningen ikke bruker. Slik Arbeidsgruppen leser rammeplanen, er et fordypningsalternativ også gyldig.

Hvor vidt fysikk skal undervises som selvstendige emner eller integrert i andre emner i studieretningen er et tema som rammeplanen ikke tar stilling til. Begge måter fremstilles som likeverdige. Elektro (Bergen) har integrert Fysikk i flere emner. Selv om det ikke er enkelt å få frem omfanget på vitnemålet, er samtlige tematiske områder dekket. Arbeidsgruppen mener at faglige hensyn skal vektlegges høyest, og at emner som fungerer godt (og er i tråd med rammeplanen) kan godt driftes videre.

Dersom det er ønskelig å arbeide videre med konkrete bolker i Fysikk for de ulike studieretningene, en «undergruppe for Fysikk» kan etableres av KUI / Dekan.

Konklusjon og anbefaling til videre prosess

Bestillingens to første punkt anses som nådd.

Spesifiserte bolker i henholdsvis Kjemi, Fysikk og Statistikk kan utarbeides, men det vil være en fordel å etablere egne «undergrupper» for å arbeide med disse. I nåværende arbeidsgruppe er det flere personer med Kjemibakgrunn, og disse kan defineres som «undergruppe-Kjemi», dersom ønskelig. For Statistikk er ikke dette tilfelle. Der må flere fagpersoner trekkes inn for å etablere en undergruppe som utarbeider bolker. Fysikk er i en «mellomsituasjon» når det gjelder ressurser i arbeidsgruppa.

Når bolkene er definert, kan disse legges frem for instituttledere. Disse kan da vurdere/beslutte hvordan de enkelte bolkene kan brukes i de respektive studiene, og danne emnebeskrivelser (gjerne også kombinert med andre tema).

På vegne av gruppen,

M. Metallinou, 27/8-18.

Monika Metallinou Log, leder

Referanser

https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/rundskriv/2011/nasjonale_retningslinjer_ingenioerutdanning.pdf

<https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2017-01-31-294>

<https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2018-05-18-870>