



**UNIVERSITETS- OG HØGSKOLERÅDET**

The Norwegian Association of Higher Education Institutions

# Nasjonale retningslinjer for ingeniørutdanning

## På vei mot fremtiden!

*Ny forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning er fastsatt 03.02.2011 av Kunnskapsdepartementet, og definerer de nasjonale rammer for ingeniørutdanningene. Retningslinjene skal sammen med forskriften og merknadene sikre nasjonale standarder og bidra til en nasjonal koordinering på studieprogram- og studieretningsnivå. Retningslinjene inneholder videre kjennetegn og indikatorer som skal bidra til å sikre kvaliteten på utdanningene og implementeringen. Der det i disse nasjonale retningslinjene er definerte læringsutbyttebeskrivelser, er disse førende. Retningslinjene skal være under kontinuerlig utvikling. Nasjonalt råd for teknologisk utdanning, NRT, har ansvaret for dette.*

**Utarbeidet og vedtatt av Nasjonalt råd for teknologisk utdanning, NRT**

Juni 2011

## Forord

På grunnlag av NOKUTs evaluering av ingeniørutdanningen i 2008 og implementering av nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk i høyere utdanning igangsatte Kunnskapsdepartementet (KD) et arbeid for å revidere rammeplan for ingeniørutdanning.

KD nedsatte et rammeplanutvalg som fremmet forslag til ny rammeplan og tilhørende nasjonale retningslinjer. Visjonen for arbeidet med forskriften og retningslinjene var:

*Ingeniøren – Samfunnsengasjert, kreativ og handlekraftig, med evne til aktivt å bidra i fremtidens utfordringer!*

KD fastsatte ny forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning 03.02.2011. Forskriften definerer de nasjonale rammene for ingeniørutdanningene. *Nasjonale retningslinjer for ingeniørutdanning* skal, sammen med forskriften og merknadene, sikre nasjonale standarder og bidra til en nasjonal koordinering på studieprogram- og studieretningsnivå. Retningslinjene inneholder videre kjennetegn og indikatorer som skal bidra til å sikre kvaliteten på utdanningene og implementeringen. Der det i disse nasjonale retningslinjene er definerte læringsutbyttebeskrivelser, er disse førende.

Retningslinjene skal også bidra til at departementets krav og forventninger til samarbeid, arbeidsdeling og faglig konsentrasjon skal være mulig for institusjonene å realisere.

Dette dokumentet er blitt til etter en prosess i regi av Nasjonalt råd for teknologisk utdanning (NRT), og er en revisjon av Rammeplanutvalgets retningslinjer. Retningslinjene skal være under kontinuerlig utvikling. NRT har ansvaret for dette.

*Oslo, juni 2011*

*Nasjonalt råd for teknologisk utdanning.*

<b>FORORD</b> .....	<b>2</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2 LÆRINGSUTBYTTE (§ 2 I FORSKRIFTEN)</b> .....	<b>8</b>
KUNNSKAP.....	9
FERDIGHETER .....	9
GENERELL KOMPETANSE.....	9
IMPLEMENTERING AV RAMMEPLANEN .....	10
<b>3 STRUKTUR OG INNHOLD (§ 3 I FORSKRIFTEN)</b> .....	<b>12</b>
<b>4 KJENNETEGN VED NY INGENIØRUTDANNING</b> .....	<b>14</b>
INTEGRERT OG HELHETLIG UTDANNING .....	14
I FRONT MED FAGLIG OPPDATERING .....	15
OPPDATERTE OG VARIERTE LÆRINGS- OG VURDERINGSFORMER .....	15
FORSKNINGS- OG UTVIKLINGSORIENTERING .....	15
PROFESJONSKOMPETANSE OG PRAKTISKE FERDIGHETER .....	15
INTERNASJONAL KOMPETANSE .....	15
TVERRFAGLIGHET, INNOVASJON OG ENTREPRENØRSKAP .....	16
STUDENTINNSATS OG STUDIEMESTRING .....	16
INGENIØRDANNELSE .....	16
<b>5 INDIKATORER FOR NY INGENIØRUTDANNING</b> .....	<b>17</b>
<b>6 LÆRINGSUTBYTTEBESKRIVELSER ELLER UTFYLLENDE TEKST FOR FAGFELT, EMNER OG TEMAER</b> .....	<b>19</b>
6.1 LÆRINGSUTBYTTEBESKRIVELSER FOR FAGFELT .....	20
<i>Læringsutbyttebeskrivelse for bygg</i> .....	20
<i>Læringsutbyttebeskrivelse for data</i> .....	22
<i>Læringsutbyttebeskrivelse for elektro</i> .....	24
<i>Læringsutbyttebeskrivelse for kjemi</i> .....	26
<i>Læringsutbyttebeskrivelse for maskin</i> .....	28
6.2 LÆRINGSUTBYTTEBESKRIVELSER OG UTFYLLENDE TEKST ANGÅENDE MATEMATIKK, REALFAG OG SAMFUNNSFAG .....	30
<i>Matematikk</i> .....	30
<i>Realfag</i> .....	33
<i>Samfunnsfag</i> .....	36
6.3 UTFYLLENDE TEKSTER OM ENKELTE TEMAER OG EMNER.....	38
<i>Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder</i> .....	38
<i>Ingeniørfaglig systemtenkning</i> .....	39
<i>Internasjonalisering</i> .....	40
<i>Valgfrie emner</i> .....	41
<i>Studiepoenggivende praksis</i> .....	42
<i>Bacheloroppgave</i> .....	43
<b>7 INTERNASJONALE STANDARDER</b> .....	<b>44</b>
<b>8 OPPTAKSKRAV</b> .....	<b>45</b>
<b>9 OVERGANGSORDNINGER FRA BACHELORGRAD TIL MASTERGRADSSTUDIER</b> .....	<b>46</b>
<b>10 TILTAK FOR SAMARBEID, ARBEIDSDELING, OG FAGLIG KONSENTRASJON - SAK</b> .....	<b>47</b>

<b>VEDLEGG .....</b>	<b>48</b>
VEDLEGG 1	DEFINISJONER..... 48
	<i>Fagområde, fagfelt og ingeniørfag .....</i> 48
	<i>Programplaner og fagplaner.....</i> 48
VEDLEGG 2	FORSLAG TIL HVORDAN LÆRINGSUTBYTTEBESKRIVELSENE KAN TOLKES..... 49
	<i>Kunnskap.....</i> 49
	<i>Ferdigheter.....</i> 50
	<i>Generell kompetanse.....</i> 51
VEDLEGG 3	UTDYPING OG KONKRETISERING AV LÆRINGSUTBYTTET FOR SAMFUNNSFAG ..... 52
VEDLEGG 4	EKSEMPEL PÅ LÆRINGSUTBYTTEBESKRIVELSE FOR INNFØRING I INGENIØRFAGLIG YRKESUTØVELSE OG ARBEIDSMETODER .. 55
VEDLEGG 5	EKSEMPEL PÅ LÆRINGSUTBYTTEBESKRIVELSE FOR INGENIØRFAGLIG SYSTEMTENKNING..... 56
VEDLEGG 6	OM NOEN OPPTAKSVEIER OG TILPASSEDE INGENIØRUTDANNINGER..... 57
	<i>Forkurs for ingeniørutdanning og maritim høgskoleutdanning.....</i> 57
	<i>Fagskoleutdanning med tillegg av Matematikk (R1+R2) og Fysikk 1.....</i> 57
	<i>Treterminordningen (TRESS) .....</i> 58
	<i>Y-veien.....</i> 59
	<i>Hvordan kan kvalifiseringen i matematikk og fysikk oppfylles.....</i> 59
VEDLEGG 7	EKSEMPEL PÅ VERKTØY – SPINDELVEVSDIAGRAM OG MATRISE..... 60
VEDLEGG 8	REFERANSER, LITTERATUR, OFFENTLIGE NASJONALE DOKUMENTER OG INTERNETTSIDER..... 61

# 1 Innledning

Visjon:

*Ingeniøren – Samfunnsengasjert, kreativ og handlekraftig, med evne til aktivt å bidra i fremtidens utfordringer!*

Rammeplanutvalget utdypet visjonen med en beskrivelse av fremtidens ingeniør:

*”Som ingeniør får du benyttet både dine analytiske og kreative evner til å løse samfunnsnyttige teknologiske problemstillinger. Du må arbeide innovativt, strukturert og målrettet. Du må ha gode evner både til nytenkning og til å analysere, generere løsninger, vurdere, beslutte, gjennomføre og rapportere – altså være en god entreprenør. Ved siden av realfag og teknologiske fag er dine språklige ferdigheter viktige, både skriftlig og muntlig, norsk så vel som fremmedspråk. Systemer som samhandler er et viktig trekk i et moderne samfunn. Du må derfor være god til å arbeide selvstendig og til å arbeide i team – både med ingeniører fra egen og andre fagretninger, fagpersoner fra andre profesjoner og i tverrfaglige team. Som ingeniør jobber du med mennesker, er etisk ansvarlig og miljøbevisst og har stor påvirkning på samfunnet!”*

Ny rammeplan gir grunnlaget for å utdanne ingeniører med en slik identitet. Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning ligger til grunn for og hjemler disse nasjonale retningslinjene.

Ingeniørutdanningen er en integrert utdanning der enkeltelementer i utdanningen skal sees i sammenheng og samlet utgjøre en helhet. Dette skal bidra til å skape motivasjon, nysgjerrighet og et helhetlig syn på ingeniørfaglige problemstillinger. Studentene skal se nytten av de enkelte elementene i utdanningen, helheten i denne og mulighetene for å bidra i samfunnsutviklingen. Ved siden av analytisk legning, blant annet å kunne bruke matematikk som analyseverktøy og se sammenhenger matematisk, er systemanalyse og syntese grunnleggende krav fra næringslivet til dagens og fremtidens ingeniører. Utdanningen skal bidra til at studentene opplever selvrealisering og selvutvikling.

Utfordringen for institusjonene i deres implementeringsarbeid blir å skape fremtidens ingeniørutdanninger. Dette innebærer blant annet å synliggjøre at miljøengasjement er sentralt og en integrert del av ingeniørfaglig virksomhet, samt at unge mennesker kan realisere seg selv gjennom ingeniørfaget.

Departementet sendte brev om fastsatt forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning vedlagt sine merknader den 04.02.2011. Retningslinjene må ses i sammenheng med disse dokumentene. Den nye rammeplan er basert på nasjonalt fastsatt kvalifikasjonsrammeverk, og bidrar til å møte forbedringsområder som ble påpekt av NOKUT i evalueringen av ingeniørutdanningen i 2008.

Hovedrapporten (del 1) fra NOKUTs evaluering av ingeniørutdanning inneholder totalt 69 anbefalinger samt noen anbefalinger utenfor evalueringens mandat. I tillegg kommer de mange anbefalingene i Institusjonsrapporten (del 2), Faglig rapport (del 3) og oppsummeringene i Avtagerrapport (del 4).

Rammeplanutvalgets dokument "Bakgrunn for revidert forskrift til rammeplan for ingeniørutdanning", viser hvordan anbefalinger i NOKUT-evalueringen er fulgt opp i det forslaget utvalget fremmet, og som er grunnlaget for fastsatt rammeplan.

Nedenfor er nivåene i innføringen av kvalifikasjonsbasert utdanning listet opp i relasjon til ingeniørutdanning. Listen viser implementeringsnivåene på kvalifikasjonene. Nivåene bygger på hverandre og må sees i sammenheng.

**Internasjonalt nivå**

The European Qualification Framework for Higher Education  
The European Qualification Framework (EQF, for all utdanning)

**Nasjonalt nivå**

Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for høyere utdanning, fastsatt 2009  
Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for livslang læring (NKR, fra grunnskole til ph.d.)

**Utdanningsnivå**

Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning, 2011

**Fagfeltnivå**

Retningslinjene inneholder læringsutbyttebeskrivelser for fagfeltene bygg, data, elektro, kjemi og maskin

**Studieprogram og studieretningsnivå**

Institusjonenes programplaner

**Emnenivå**

Institusjonenes fagplaner/emnebeskrivelser

Hensikten med kvalifikasjonsbasert utdanning kommer blant annet frem av arbeidet med NKR<sup>1</sup>. Sentrale grunner er:

- Legge til rette/motivere for livslang læring
- Øke mobiliteten av studenter og arbeidskraft innenfor og mellom land
- Lette godkjenningen av kvalifikasjoner over landegrensene
- Legge til rette for nye (typer) kvalifikasjoner
- Gjøre kvalifikasjoner mer relevante
- Gjøre kvalifikasjonene mer forståelige for yrkeslivet, andre utdanningsinstitusjoner og samfunnet generelt

Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning er i samsvar med de fastsatte nasjonale læreutbyttebeskrivelsene for en bachelorgradsutdanning. Dette er et helt nytt krav til en rammeplan for ingeniørutdanning.

I dette dokumentet er kvalifikasjon brukt om summen av kunnskaper, ferdigheter og generell kompetanse for å beskrive studenters læringsutbytte. Begrepet samlet læringsutbytte brukes synonymt med kvalifikasjon.

---

<sup>1</sup> Et av dokumentene som viser formålet med NKR er Vedlegg 2 til KDs høringsbrev av 26.01.2011 angående NKR.

Institusjonene får en stor og utfordrende oppgave med å implementere den nye rammeplan for ingeniørutdanning. Forskriften gir de overordnede føringene for ingeniørutdanningen. Departementets merknader og disse retningslinjene utdype hvordan forskriften skal forstås og fungere. De nasjonale retningslinjene er hjemlet i forskriften. Retningslinjene skal sikre en nasjonalt koordinert ingeniørutdanning av høy faglig kvalitet. Den skal være profesjonsrettet, forskningsbasert og innovativ. Utdanningen skal være internasjonalt orientert.

## 2 Læringsutbytte (§ 2 i forskriften)

Læringsutbyttebeskrivelsene for ingeniørutdanning er fastsatt i ny forskrift til rammeplan, § 2. Denne beskriver læringsutbytte på utdanningsnivå for en kandidat som har fullført og bestått 3-årig ingeniørutdanning (kvalifikasjon). Institusjonene må på bakgrunn av denne utarbeide læringsutbyttebeskrivelser på studieprogram-, studieretnings- og emnenivå. For fagfeltene bygg, data, elektro, kjemi og maskin er det utarbeidet læringsutbyttebeskrivelser. Institusjonen bekrefter ved vitnemålsutstedelse at kvalifikasjonene er nådd. I utdanningene skal emnene synliggjøre at de enkelte kvalifikasjoner nås, og graderingen av prestasjonen i emnene gjøres ved hjelp av karakterskalaen.

Læringsutbytte (kvalifikasjon) er definert i rammeverket i form av:

- Kunnskaper
- Ferdigheter
- Generell kompetanse

På neste side er læringsutbyttebeskrivelsene fra forskriftens § 2 tatt inn. Forkortelsene i rammen brukes for å henvise til de enkelte elementene innenfor krav til kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse. LU-K-1 referer til den første læringsutbyttebeskrivelsen under kunnskap, de andre læringsutbyttebeskrivelsene er gitt en tilsvarende kode. I vedlegg 2 er læringsutbyttebeskrivelsene utdypet med hensyn til de ulike kravene i relasjon til ingeniørutdanningen.

Departementets høringsbrev angående Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for livslang læring (NKR) tydeliggjør hva som ligger i de tre begrepene. **Kunnskaper** er forståelse av teorier, fakta, begreper, prinsipper, prosedyrer innenfor fag, fagområder og/eller yrker/yrkesfelt eller bransjer. Under **ferdigheter** beskrives evne til å anvende kunnskap til å løse problemer og oppgaver. Det er ulike typer ferdigheter – kognitive, praktiske, kreative og kommunikative ferdigheter. Med **generell kompetanse** forstås evnen til å anvende kunnskap og ferdigheter på selvstendig vis i ulike situasjoner gjennom å vise samarbeidsevne, ansvarlighet, evne til refleksjon og kritisk tenkning i utdannings- og yrkessammenheng.

Det grunnleggende elementet i et kvalifikasjonsrammeverk er at kvalifikasjonene beskrives gjennom *læringsutbytte* heller enn gjennom *innsatsfaktorer*. Det er hva kandidaten kan ved endt utdanning som beskrives, og ikke hva vedkommende har måttet gjøre for å komme dit.

Under ferdigheter og generell kompetanse brukes begrepet ingeniørfaglig slik som definert i forskriften og merknadene. Dette innebærer at kandidatene skal utvikle ferdigheter og generell kompetanse basert på kunnskap innen både de tekniske fagene, realfagene og samfunnsfagene.



## ***Forskriftens læringsutbyttebeskrivelse, § 2***

### **Kunnskap**

- LU-K-1: Kandidaten har bred kunnskap som gir et helhetlig systemperspektiv på ingeniørfaget generelt, med fordypning i eget ingeniørfag.
- LU-K-2: Kandidaten har grunnleggende kunnskaper i matematikk, naturvitenskap, relevante samfunns- og økonomifag og om hvordan disse kan integreres i ingeniørfaglig problemløsning.
- LU-K-3: Kandidaten har kunnskap om teknologiens historie, teknologiutvikling, ingeniørens rolle i samfunnet samt konsekvenser av utvikling og bruk av teknologi.
- LU-K-4: Kandidaten kjenner til forsknings- og utviklingsarbeid innenfor eget fagfelt, samt relevante metoder og arbeidsmåter innenfor ingeniørfaget.
- LU-K-5: Kandidaten kan oppdatere sin kunnskap innenfor fagfeltet, både gjennom informasjonsinnhenting og kontakt med fagmiljøer og praksis.

### **Ferdigheter**

- LU-F-1: Kandidaten kan anvende kunnskap og relevante resultater fra forsknings- og utviklingsarbeid for å løse teoretiske, tekniske og praktiske problemstillinger innenfor ingeniørfaget og begrunne sine valg.
- LU-F-2: Kandidaten har ingeniørfaglig digital kompetanse, kan arbeide i relevante laboratorier og behersker metoder og verktøy som grunnlag for målrettet og innovativt arbeid.
- LU-F-3: Kandidaten kan identifisere, planlegge og gjennomføre ingeniørfaglige prosjekter, arbeidsoppgaver, forsøk og eksperimenter både selvstendig og i team.
- LU-F-4: Kandidaten kan finne, vurdere, bruke og henvise til informasjon og fagstoff og framstille dette slik at det belyser en problemstilling.
- LU-F-5: Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon og entreprenørskap gjennom deltakelse i utvikling og realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter, systemer og/eller løsninger.

### **Generell kompetanse**

- LU-G-1: Kandidaten har innsikt i miljømessige, helsemessige, samfunnsmessige og økonomiske konsekvenser av produkter og løsninger innenfor sitt fagområde og kan sette disse i et etisk perspektiv og et livsløpsperspektiv.
- LU-G-2: Kandidaten kan formidle ingeniørfaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig på norsk og engelsk og kan bidra til å synliggjøre teknologiens betydning og konsekvenser.
- LU-G-3: Kandidaten kan reflektere over egen faglig utøvelse, også i team og i en tverrfaglig sammenheng, og kan tilpasse denne til den aktuelle arbeidssituasjon.
- LU-G-4: Kandidaten kan bidra til utvikling av god praksis gjennom å delta i faglige diskusjoner innenfor fagområdet og dele sine kunnskaper og erfaringer med andre.

## Implementering av rammeplanen

Kvalifikasjonsrammeverket krever en ny måte å tenke på. Studentenes læring og deres totale læringsutbytte er i fokus. Prosessen fra kvalifikasjonsbeskrivelser på utdanningsnivå frem til kvalifikasjonsbasert beskrivelse på emnenivå i den enkelte studieretning er helt vesentlig for en vellykket implementering av ny rammeplan. Kvalifikasjonsbasert utdanning skal sikre likhet i læringsutbytte mellom institusjonene og legge til rette for mobilitet. Dette medfører tydelige endringer både i plandokumenter og i praktisk undervisning. I brev av 8. mars til UHR skrev Kunnskapsdepartementet: ”Innføringen av den nye rammeplanen krever et omfattende omleggingsarbeid ved den enkelte institusjon.”

Basert på kvalifikasjonsbeskrivelsen på utdanningsnivå må det utarbeides kvalifikasjonsbeskrivelser /læringsutbytte for de ulike studieprogrammene i utdanningen. En viktig målgruppe er den enkelte student, og det må reflekteres i innhold, form og konkretisering av kvalifikasjonsbeskrivelser. For å oppnå høy kvalitet på utdanningene er det nyttig at dette arbeidet gjøres i samarbeid mellom institusjonene, og med representanter for næringsliv og studenter. Signaler fra næringslivet er at tilsvarende studieprogrammer og studieretninger bør være mest mulig like i læringsutbytte uavhengig av hvilken institusjon som tilbyr disse. Navn på studieprogram og studieretninger skal gjenspeile innhold. En total og kritisk gjennomgang og en systematisk oppbygging av studieprogrammer og studieretninger er nyttig for å bevisstgjøre fagmiljøet i hva slags utdanning som gis, og hvordan den fremover skal gis. Den faglige ledelsen må være en drivkraft i implementeringsarbeidet og gjennom sitt engasjement vise hvilken betydning dette arbeidet skal ha i institusjonens faglige arbeid.

For å utarbeide emnebeskrivelser, forankret i studieprogrammets og studieretningenes kvalifikasjonsbeskrivelse, kan et hjelpemiddel som visualiserer hvordan et emne bidrar til overordnet læringsutbytte, være et nyttig verktøy (vedlegg 7). Samlet må de enkelte visualiseringene vise at læringsutbyttet for studieprogrammet og studieretningene oppnås.

Felles for alle programmer er at institusjonene skal kunne dokumentere hvordan de nasjonale kvalifikasjonene er oppnådd på studieprogram-, studieretnings- og emnenivå. For å sikre at alle kvalifikasjoner dokumenteres i emner, studieretninger og studieprogrambeskrivelser vil det være nødvendig å jobbe med delene og helheten parallelt. Det er naturlig at ulike programmer/retninger får ulike visualiseringer da den faglige profilen vil påvirke hvilke kvalifikasjoner som har størst vekt. Med felles forstås at studentene skal oppnå det samme læringsutbyttet. Dette medfører at institusjonen har frihet til å velge innhold, organisering og vurderingsformer for å oppnå dette.

### Suksesskriterier<sup>2</sup> for implementeringsarbeidet vil være:

- Implementeringen må forankres i den faglige ledelsen

---

<sup>2</sup> Listen er utarbeidet på grunnlag av erfaringer presentert i foredrag av seniorrådgiver Etelka Tamminen Dahl, UiB: Implementering av kvalifikasjonsbasert utdanning, Rammeplanutvalgets høringskonferanse om nasjonale retningslinjer den 28. september 2010 i Oslo.

- Det må foreligge institusjonelle retningslinjer for fagplanarbeidet
- Læringsutbyttebeskrivelsene må være realistiske
- Det internasjonale aspektet må vies oppmerksomhet
- Undervisningsmetodene og vurderingsformene må velges slik at de er i samsvar med læringsutbyttebeskrivelsene

Krav til læringsutbytte slik det er angitt i forskriften er på utdanningsnivå. Det favner flere til dels svært ulike studieprogrammer. Innenfor disse gitte rammene fastsetter universiteter og høyskoler selv sine studieprogrammer og studieretninger i ingeniørfag, men slik at kandidater som gjennomfører og består et bachelorgradsstudium i ingeniørfag, oppnår læringsutbytte for studieprogrammet/studieretningen utformet i henhold til forskrift, merknad og retningslinjer.

Læringsutbyttebeskrivelser på studieprogramnivå, studieretningsnivå og emner som fremgår av disse retningslinjene er utarbeidet i en nasjonal prosess i sektoren i regi av Nasjonalt råd for teknologisk utdanning, NRT. Disse læringsutbyttebeskrivelsene skal bidra til at utdanningene organiseres slik at faglig samarbeid og mobilitet er mulig både nasjonalt og internasjonalt.

Programplan for det enkelte studium skal vise hvordan læringsutbyttet for bachelorgrad i ingeniørfag oppnås helt ned på emnenivå. Programplan og emnebeskrivelser skal dokumentere dette i form av kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse samt arbeids-, lærings- og vurderingsformer.

Studieprogrammet skal sørge for at studentene fyller alle krav til læringsutbytte. Dette krever at institusjonene tenker helhet i utforming av studieprogrammene, og i studenters individuelle utdanningsplaner. De ulike emner og emnegrupper kan ikke utvikles separat, men må sees i sammenheng. Dette innebærer at institusjonene må legge opp til en tverrfaglig prosess der alle parter er inkludert i utforming av studieprogrammet. I en slik prosess bør vitenskapelig tilsatte (innenfor teknologifag, realfag og samfunnsfag), laboratoriepersonell, studentrepresentanter og administrativt ansatte være involvert.

### **3 Struktur og innhold (§ 3 i forskriften)**

For å bidra til å lette innføringen av kvalifikasjonsrammeverket er det i forskriften valgt å bruke standardisert nasjonal terminologi. Et studium er bygd opp av emner og emnegrupper. Bachelorgrad i ingeniørfag har fire emnegrupper. Noen emner er obligatoriske. Andre emner står kandidaten friere til å velge for å få en profil på utdanningen.

Et studieprogram er et sammenhengende studieløp bygget opp av emner og emnegrupper. Et studieprogram kan ha flere studieretninger. Et studieprogram, programmets emnegrupper og de enkelte emnene skal samlet oppfylle alle kravene til læringsutbytte gitt i § 2. Studieprogrammets navn og beskrivelse må være i samsvar med innholdet (jf: § 4-2 1 i tilsynsforskriften NOKUT 2011).

Informasjons- og kommunikasjonsteknologi skal integreres og brukes som et verktøy i utdanningene, både faglig og pedagogisk. Institusjonene skal ha tett kontakt med relevant arbeidsliv både under utarbeidelsen og gjennomføringen av studieprogrammene.

Graden bachelor i ingeniørfag oppnås etter fullført studium. Kandidaten må ha bestått minst 180 studiepoeng bestående av følgende emnegrupper:

- 30 studiepoeng fellesemner
- 50 studiepoeng programemner
- 70 studiepoeng tekniske spesialiseringsemner
- 30 studiepoeng valgfrie emner

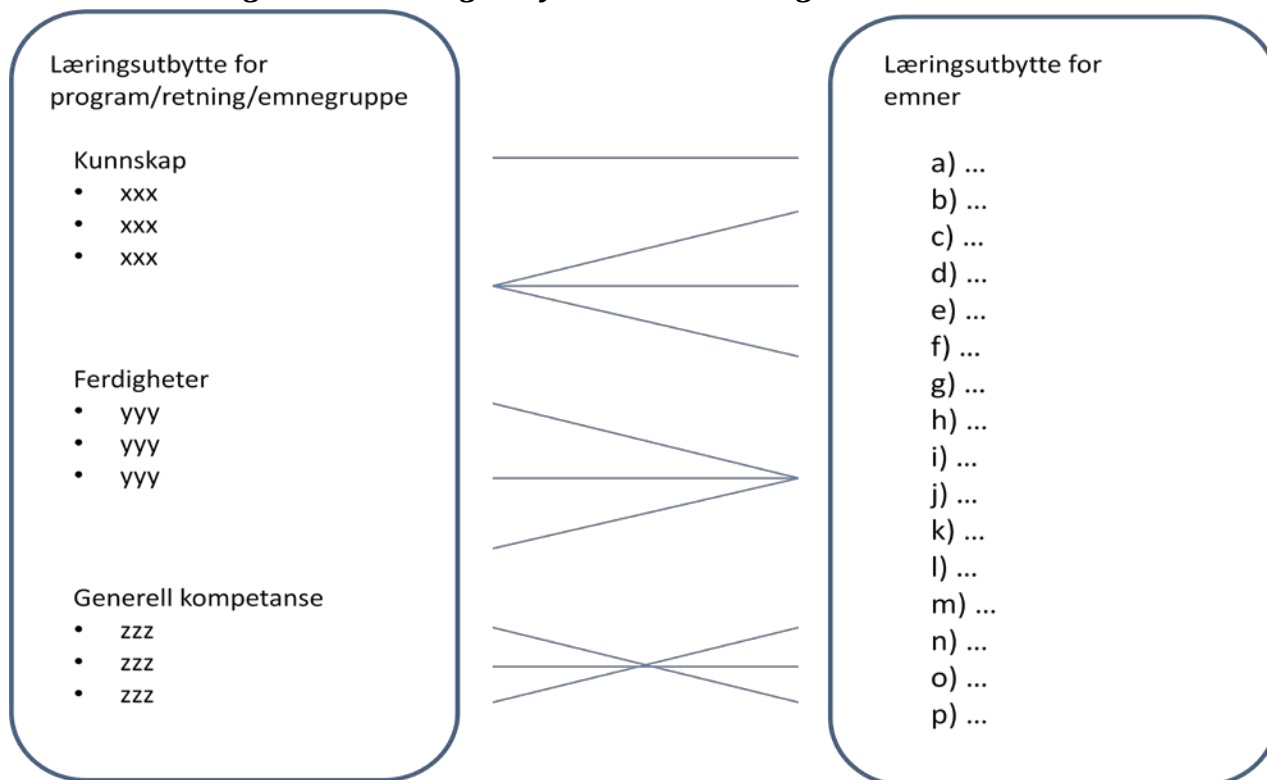
Institusjonene kan kombinere elementer innen en emnegruppe, og fra forskjellige emnegrupper, til større emner. Det samlede omfanget av hver emnegruppe må likevel ikke bli endret i forhold til de fastsatte rammene.

De fire emnegruppene relateres til ingeniørutdanning, studieprogram, studieretning, og til hvordan disse legger grunnlag for ingeniørfaget, fagfeltet og fagområdet:

- Fellesemner relateres i hovedsak til ingeniørutdanningen og legger basis for ingeniørfaget.
- Programemner relateres i hovedsak til studieprogrammet og legger grunnlaget for fagfeltet.
- Tekniske spesialiseringsemner relateres i hovedsak til studieretningen og legger grunnlaget for fagområdet. Bacheloroppgaven inngår her.
- Valgfrie emner skal gi et fundament for studentens ønskede profilering og kan legge til rette for mobilitet både nasjonalt og internasjonalt.

På neste side er det en figur som viser eksempler på mulige sammenhenger mellom emner og læringsutbyttebeskrivelser. I vedlegg 7 er det vist verktøy som kan brukes for å synliggjøre hvordan læringsutbytte oppfylles.

**Figur 1 Sammenheng mellom læringsutbyttebeskrivelser og emner**



Figuren over viser hvordan læringsutbytte på studieprogramnivå, studieretningsnivå og emnenivå kan implementeres i eller med enkeltemner på ulike måter:

- 1:1 Et sett med læringsutbytte kan implementeres i et enkeltemne
- 1:N Et sett med læringsutbytte kan implementeres med flere ulike emner
- M:1 Flere sett med læringsutbytte kan implementeres i et enkeltemne
- M:N Flere sett med læringsutbytte kan implementeres med flere ulike emner

Måten å implementere læringsutbytte på studieprogramnivå, studieretningsnivå og emnegruppenivå i eller med enkeltemner kan variere fra sett til sett.

## 4 Kjennetegn ved ny ingeniørutdanning

Kvalitet i ingeniørutdanning beskrives ved kjennetegn og tilhørende indikatorer. Kjennetegn og indikatorer skal bidra til kontinuerlig utvikling av kvaliteten. En utdanning av høy internasjonal kvalitet tilfredsstillende kjennetegn og indikatorer på en god måte.

Institusjonene må tilstrebe å tilfredsstillende kjennetegnene. Institusjonene legger disse til grunn for oppfølging og gjennomføring av endringer og av etterprøving av kvaliteten i studieprogrammene. Kjennetegn gir institusjonene mulighet til sammenligning på tvers av institusjoner. En ingeniørutdanning av høy kvalitet skal ha følgende kjennetegn:

- I. Integrert og helhetlig utdanning
- II. I front med faglig oppdatering
- III. Oppdaterte og varierte lærings- og vurderingsformer
- IV. Forsknings- og utviklingsorientering
- V. Profesjonskompetanse og praktiske ferdigheter
- VI. Internasjonal kompetanse
- VII. Tverrfaglighet, innovasjon og entreprenørskap
- VIII. Studentinnsats og studiemestring
- IX. Ingeniørdannelse

### Integrert og helhetlig utdanning

Studieprogrammene har en integrert og helhetlig profil. Med integrert menes at de ulike elementene i utdanningen (emner, læringsformer, pedagogiske verktøy, pensum, vurderingsformer etc.) sees i en sammenheng og utgjør en helhet. Studieprogrammet er utviklet og gjennomføres med bred involvering både på institusjonsnivå og mellom institusjoner. Ingeniørstudentene ser den direkte verdien av matematikkfaget i sammenheng med ingeniørfaget. Fagpersoner med teknisk, realfaglig og samfunnsfaglig bakgrunn samarbeider og er i stand til å koble disse områdene sammen. De som underviser i realfag og samfunnsfag motiverer studentene for de tekniske fagene og viser at det er sammenhenger som er relevante og viktige. De som underviser tekniske fag motiverer studentene for realfag og samfunnsfag og viser at det er sammenhenger som er relevante og viktige. Matematikk, fysikk og kjemi utgjør en sentral basis i ingeniørprofesjonen. Gjennom integrering og synliggjøring av disse i studieløpet blir de godt ivaretatt.

Læringsutbyttebeskrivelsene er ikke løse elementer, de styrer valget av undervisningsmetoder og vurderingsformer. Institusjonens interne retningslinjer sikrer at helhetlig utdanning oppnås.

Emnestørrelser på minimum 10 studiepoeng bidrar til en integrert utdanning med et større innslag av systemtenkning og integrasjon.

## **I front med faglig oppdatering**

Det faglige personalet tilknyttet utdanningsprogrammene er stadig på søken etter å holde studieprogrammene oppdatert. Det søkes etter nye resultater av forskning og utviklingsarbeid, fagdidaktisk utvikling og erfaringer av ny utvikling i aktuell næringsvirksomhet. Funnene blir vurdert om og hvordan de skal innpasses i studieprogrammene. Undervisningspersonell holder seg faglig à jour både teoretisk, praktisk og didaktisk. Institusjonene utveksler nye ideer til forbedringer av studieprogrammene og samarbeider på nasjonal basis om å bygge opp sterke faglige miljøer. Institusjonene er aktive med å tilby ny viten som etterutdanning til næringslivet.

## **Oppdaterte og varierte lærings- og vurderingsformer**

Studieprogrammene tilbyr varierte lærings- og vurderingsformer og legger opp til varierte arbeidskrav og arbeidsformer for studentene. Læringsarbeidet er lagt opp på en slik måte at studentene ikke isoleres for mye i arbeidet med fagene og de får god trening både i selvstendig arbeid og i ulike samarbeidsformer. Studentene gir hverandre veiledning og tilbakemelding muntlig og skriftlig. Obligatorisk undervisning og arbeidskrav fremgår av den enkelte emnebeskrivelse og bidrar til god læring. Institusjonen dokumenterer at studentene har oppnådd læringsutbyttet og benytter et bredt spekter av ulike vurderingsformer.

Fagmiljøet foretar systematisk refleksjon knyttet til ingeniørdidaktikk, i samarbeid med både teknologiske og pedagogiske miljøer.

## **Forsknings- og utviklingsorientering**

Undervisningspersonell bidrar til forsknings- og utviklingsorientering i studiene gjennom sitt aktive og bevisste samarbeid med FoU-miljøer nasjonalt og internasjonalt. Bacheloroppgavene understøtter enten utdanningsinstitusjonens eget ingeniørfaglige forsknings- og utviklingsarbeid eller slikt arbeid i den eksterne institusjonen hvor oppgaven tas. Utdanningsinstitusjonen avsetter ressurser og stimulerer til forsknings- og utviklingsarbeid.

## **Profesjonskompetanse og praktiske ferdigheter**

Realfag, teknologifag og samfunnsfag er integrert på en god måte og bidrar til at ingeniørfaglige problemstillinger behandles og løses helhetlig. Studentene møter både teori og praksis, og ser dette i sammenheng. Dette bidrar til motivasjon og læring. Praksis inngår i studiet på ulike måter.

Utdanningene har tett kontakt med relevant nærings- og arbeidsliv. Undervisningen er laboratorienær og praksisnær og setter den teoretiske undervisningen i et anvendt perspektiv. God kontakt med næringslivet åpner muligheten for å tilby relevant ingeniørfaglig studiepoenggivende praksis.

## **Internasjonal kompetanse**

Internasjonalisering er et ledd i kvalitetsstyring av utdanningen og gir utdanningen internasjonal relevans med henblikk på både videre studier og jobbmuligheter. Det legges til rette for økt mobilitet og økt samarbeid mellom institusjoner.

Internasjonalisering ved lærestedet skjer på mange måter, for eksempel i form av internasjonale og flerkulturelle perspektiver i studiet, engelskspråklig pensum og utenlandske gjesteforskere/forelesere.

Institusjonen bruker internasjonale samarbeidsavtaler aktivt i utviklingen av internasjonal kompetanse, språkferdigheter og kulturforståelse.

Ulike læringsformer utvikler studentenes internasjonale kompetanse; aktiv bruk av engelsk språk i undervisning, muntlige presentasjoner og skriftlige innleveringer, aktiv bruk av internasjonale ressurser, perspektiver og standarder i læringsprosessen.

Det internasjonale semesteret er en del av ingeniørutdanningen og sikrer både internasjonal kompetanse og språklige ferdigheter. Dette gjelder også for studenter som ikke har anledning til å reise til institusjoner utenfor Norge.

### **Tverrfaglighet, innovasjon og entreprenørskap**

Studiet gir samhandlingstrening. Både systematisk og kreativ tankegang utvikles gjennom studiet. Studiet gir ferdigheter til å bringe ideen frem til realisering gjennom bærekraftig forretningsutvikling. Studentprosjekter på tvers av fagfeltene og i samarbeid med andre fag brukes til å oppøve tverrfaglighet.

### **Studentinnsats og studiemestring**

Det fremgår klart av emnenes detaljplaner hvordan studentens innsats bør fordeles på de forskjellige læringsformer.

Vektlegging av ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder i emnegruppen fellesemner bidrar til studentenes studiemestring gjennom hele studiet. Emnegruppen motiverer og bevisstgjør studenten om studievalget og gir trening i god studieteknikk. Regnetrening, skrivetrening, lesetrening og presentasjonsteknikk fokuseres fra studiets første dag. Emnegruppen fellesemner viser studentene sammenhenger i studiet og er studiemiljøskapende, både innenfor eget ingeniørfag og på tvers av studieprogrammer.

### **Ingeniørdannelse**

Utdanningen inkluderer etiske og miljømessige perspektiver, så vel som økonomisk og internasjonal kompetanse. Et viktig aspekt i utdanningen er ingeniørdisiplinens rolle for teknologi- og samfunnsutviklingen både i et fremtidig og historisk perspektiv. Vitenskapelig tenkning og metode inngår som en integrert del av utdanningen. Studentene utvikler analytiske, metodiske og praktiske ferdigheter. Tverrfaglig samarbeid og problemløsning utgjør viktige læringsformer for studentene. Det samme gjelder muntlig og skriftlig kommunikasjon og formidling. Kreativitet, innovasjon og entreprenørskap er integrerte elementer i utdanningen. Ingeniørdannelse utvikles gjennom god fagkunnskap og bevisst anvendelse.



## 5 Indikatorer for ny ingeniørutdanning

Med utgangspunkt i kjennetegnene beskrevet i kapittel 4 og kvalifikasjonene på ingeniørutdanningsnivå (kapittel 2), er det utviklet et sett indikatorer. Indikatorene har tre hovedfunksjoner: å forenkle, dokumentere og kommunisere. Indikatorene er forankret i læringsutbyttebeskrivelsene og i kjennetegn ved ny ingeniørutdanning på en slik måte at de er relevante for oppnåelsen av disse.

*Indikatorene er et internt kvalitetsstyringsverktøy for institusjonene. De kan benyttes som en nyttig sjekkliste i forbindelse med utarbeiding av programplaner. Institusjonen kan velge å fokusere på enkelte indikatorer for å nå bestemte mål.*

Indikatorer tilknyttet kjennetegnene ved ingeniørutdanningen fremgår av tabellen nedenfor.

**Tabell1 Foreslåtte indikatorer ved de ulike kjennetegnene**

Kjennetegn	Aktuelle indikatorer som kan velges
I. Integret og helhetlig utdanning	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Internt og /eller eksternt faglig samarbeid om utforming og gjennomføring av studieprogram, emnegrupper og emner.</li><li>2. God faglig progresjon i de ingeniørfaglige emnene som bygger på gode kvalifikasjoner fra realfag og samfunnsfag.</li><li>3. Matematikk er et verktøy som fagmiljøet og studentene bruker bevisst og aktivt i de andre fagene.</li></ol>
II. I front med faglig oppdatering	<ol style="list-style-type: none"><li>4. Benchmarking av studieprogrammer både nasjonalt og internasjonalt.</li><li>5. Systematisk oppdatering av studieprogrammene basert på ny kunnskap og erfaring.</li><li>6. I front innen relevant forskning, ingeniørdidaktikk og profesjonskompetanse.</li></ol>
III. Oppdaterte og varierte lærings- og vurderingsformer	<ol style="list-style-type: none"><li>7. Læringsformer er forankret i oppdaterte ingeniørdidaktiske kvalifikasjoner.</li><li>8. Samarbeid om læringsformer med andre fagmiljøer, herunder pedagogiske.</li><li>9. Variasjon i lærings- og vurderingsformer både individuelt og i team.</li><li>10. Læringsformer aktiviserer til kritisk, reflektert og bevisst tenkning.</li></ol>
IV. Forsknings- og utviklingsorientering	<ol style="list-style-type: none"><li>11. Utdanningene gjennomføres i bevisst og aktiv kontakt med interne, nasjonale eller internasjonale FoU-miljøer.</li><li>12. Kontinuerlig søking etter ny kunnskap i dialog med fagmiljøer, studenter, samfunns- og næringsliv.</li></ol>

<p>V. Profesjonskompetanse og praktiske ferdigheter</p>	<p>13. Utdanningen gjennomføres i nær kontakt med relevant arbeidsliv.</p> <p>14. Systematisk oppbygging av teoretiske og praktiske ingeniørfaglige ferdigheter gjennom studieløpet.</p> <p>15. Arbeidsformer og trening på relevant og moderne utstyr bidrar til ingeniørmessighet der kunnskapen anvendes i et helhetsperspektiv ved problemløsning, problemløsning og nytenkning.</p> <p>16. Bacheloroppgaver er forankret i reelle ingeniørfaglige problemstillinger.</p>
<p>VI. Internasjonal kompetanse</p>	<p>17. Aktiv bruk av engelsk språk, pensum og lærebøker i undervisning, muntlige presentasjoner og skriftlige innleveringer.</p> <p>18. Aktiv bruk av internasjonale ressurser, perspektiver og standarder i læringsprosessen.</p> <p>19. Aktiv bruk av internasjonale samarbeidsavtaler i relasjon til forskning, tilsatte, studenter og utvikling av studieprogram.</p>
<p>VII. Tverrfaglighet, innovasjon og entreprenørskap</p>	<p>20. Lærings- og vurderingsformer stimulerer til samarbeid både på tvers av ingeniørdisipliner og til tverrfaglighet i et bredere perspektiv.</p> <p>21. Arbeidsformer stimulerer entusiasme og kreativitet som motiverer til utvikling og innovasjon.</p> <p>22. Lærings- og vurderingsformer stimulerer til å utvikle og realisere forretningsmessige muligheter.</p>
<p>VIII. Studentinnsats og studiemestring</p>	<p>23. Studiemiljøet, arbeidsformer- og vurderingsformer stimulerer til økt studentinnsats og studiemestring.</p> <p>24. Første semester motiverer for ingeniørprofesjonen og studiet og er studiemiljøskapende både innenfor fagfeltet og for ingeniørfaget, på tvers av studieprogrammer.</p>
<p>IX. Ingeniørdannelse</p>	<p>25. Studieprogrammet bidrar til samfunnsansvarlighet - miljøbevissthet, etisk ansvarlighet og forståelse for konsekvenser av teknologi.</p> <p>26. Studieprogrammet utvikler høye faglige kvalifikasjoner, forståelse for systemmessig helhet og respekt for andre fagområder.</p>

## **6 Læringsutbyttebeskrivelser eller utfyllende tekst for fagfelt, emner og temaer**

Det følger av forskriften at alle studieprogrammer og studieretninger, samt alle emner, skal inneholde læringsutbyttebeskrivelser.

I disse nasjonale retningslinjene er det definerte læringsutbyttebeskrivelser for fagfeltene bygg, data, elektro, kjemi og maskin. For studieprogram innen disse fagfeltene er læringsutbyttebeskrivelsene førende.

Retningslinjene inneholder førende læringsutbyttebeskrivelser og utfyllende tekst for matematikk, realfag og samfunnsfag.

De nye faglige temaene ”Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder” og ”Ingeniørfaglig systemtenkning” er beskrevet i utfyllende tekst som støtte til institusjonenes arbeid med disse, herunder utformingen av læringsutbyttebeskrivelser. Eksempel på læringsutbyttebeskrivelser hvor de to temaene er egne emner, er tatt inn i vedleggene 4 og 5.

Retningslinjene inneholder veiledende tekst angående studiepoenggivende praksis, valgfrie emner, internasjonalisering og bacheloroppgaven.

Læringsutbyttebeskrivelsene for fagfeltene bygg, data, elektro, kjemi og maskin på de følgende sidene er formulert med utgangspunkt i fastsatt Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for høyere utdanning (NKR) og i § 2 i forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning. I forbindelse med implementeringen og videre arbeid for SAK (kapittel 10) vil erfaring vinnes og det kan etterprøves om de er i overensstemmelse med beskrivelsene i kapittel 2 og at de støtter opp under arbeidet med SAK.

## 6.1 Læringsutbyttebeskrivelser for fagfelt

### Læringsutbyttebeskrivelse for bygg

En kandidat med fullført og bestått 3-årig bachelorgrad i byggingeniørfag skal ha følgende samlede læringsutbytte definert i form av kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse:

#### **Kunnskap**

- LU-B-K-1:** Kandidaten har bred kunnskap som gir et helhetlig systemperspektiv på ingeniørfaget generelt, med fordypning i fagfeltet bygg.
- LU-B-K-2:** Kandidaten har grunnleggende kunnskaper i matematikk, naturvitenskap, relevante samfunns- og økonomifag og om hvordan disse kan integreres i byggfaglig problemløsning.
- LU-B-K-3:** Kandidaten skal med hovedvekt på byggfaget ha kunnskap om teknologiens historie, teknologiutvikling, ingeniørens rolle i samfunnet samt konsekvenser av utvikling og bruk av teknologi.
- LU-B-K-4:** Kandidaten kjenner til forsknings- og utviklingsarbeid innenfor fagfeltet bygg, samt relevante metoder og arbeidsmåter innenfor ingeniørfaget.
- LU-B-K-5:** Kandidaten kan oppdatere sin kunnskap innenfor fagfeltet, både gjennom informasjonsinnhenting og kontakt med fagmiljøer og praksis.

#### **Ferdigheter**

- LU-B-F-1:** Kandidaten kan anvende kunnskap og relevante resultater fra forsknings- og utviklingsarbeid for å løse teoretiske, tekniske og praktiske problemstillinger innenfor byggfag og begrunne sine valg.
- LU-B-F-2:** Kandidaten har ingeniørfaglig digital kompetanse, kan arbeide i relevante laboratorier/felt og behersker metoder og verktøy som grunnlag for målrettet og innovativt arbeid.
- LU-B-F-3:** Kandidaten kan identifisere, planlegge og gjennomføre byggfaglige prosjekter, arbeidsoppgaver, forsøk og eksperimenter både selvstendig og i team.
- LU-B-F-4:** Kandidaten kan finne, vurdere, bruke og henviser til informasjon og fagstoff og framstille dette slik at det belyser en problemstilling.
- LU-B-F-5:** Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon og entreprenørskap gjennom deltakelse i utvikling og realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter, systemer og/eller løsninger.

#### **Generell kompetanse**

- LU-B-G-1:** Kandidaten har innsikt i miljømessige, helsemessige, samfunnmessige og økonomiske konsekvenser av produkter og løsninger innenfor sitt fagområde på bygg og kan sette disse i et etisk perspektiv og et livsløpsperspektiv.

- LU-B-G-2:** Kandidaten kan formidle byggfaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig på norsk og engelsk og kan bidra til å synliggjøre teknologiens betydning og konsekvenser.
- LU-B-G-3:** Kandidaten kan reflektere over egen faglig utøvelse, også i team og i en tverrfaglig sammenheng, og kan tilpasse denne til den aktuelle arbeidssituasjon.
- LU-B-G-4:** Kandidaten kan bidra til utvikling av god praksis gjennom å delta i faglige diskusjoner innenfor fagområdet og dele sine kunnskaper og erfaringer med andre.

## Læringsutbyttebeskrivelse for data

En kandidat med fullført og bestått 3-årig bachelorgrad i dataingeniørfag skal ha følgende samlede læringsutbytte definert i form av kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse:

### **Kunnskap**

**LU-D-K-1:** Kandidaten har bred kunnskap som gir et helhetlig systemperspektiv på ingeniørfaget generelt, med fordypning i dataingeniørfaget. Sentrale kunnskaper for alle som omfattes av studieprogram data inkluderer problemløsning, programvareutvikling og grensesnitt, samt prinsipper for oppbygging av datasystemer og datanettverk.

**LU-D-K-2:** Kandidaten har grunnleggende kunnskaper i matematikk, naturvitenskap, relevante samfunns- og økonomifag og om hvordan disse kan benyttes i informasjonsteknologiske problemløsninger.

**LU-D-K-3:** Kandidaten har kunnskap om teknologiens historie, teknologiutvikling, ingeniørens rolle i samfunnet, relevante lovbestemmelser knyttet til bruk av datateknologi og programvare, og har kunnskaper om ulike konsekvenser ved bruk av informasjonsteknologi.

**LU-D-K-4:** Kandidaten kjenner til forsknings- og utviklingsarbeid innenfor fagfeltet, samt relevante metoder og arbeidsmåter.

**LU-D-K-5:** Kandidaten kan oppdatere sin kunnskap innenfor fagfeltet, både gjennom informasjonshenting og kontakt med fagmiljøer, brukergrupper og praksis.

### **Ferdigheter**

**LU-D-F-1:** Kandidaten kan anvende kunnskap og relevante resultater fra forsknings- og utviklingsarbeid for å løse teoretiske, tekniske og praktiske problemstillinger innenfor dataingeniørfaget og begrunne sine valg.

**LU-D-F-2:** Kandidaten behersker metoder og verktøy som grunnlag for målrettet og innovativt arbeid. Dette inkluderer ferdigheter til å:

- Anvende operativsystemer, systemprogramvare og nettverk
- Utarbeide krav og modellere, utvikle, integrere og evaluere datasystemer
- Bruke programmeringsverktøy og systemutviklingsmiljø

**LU-D-F-3:** Kandidaten kan identifisere, planlegge og gjennomføre informasjonsteknologiske prosjekter, arbeidsoppgaver, forsøk og eksperimenter både selvstendig og i team.

**LU-D-F-4:** Kandidaten kan finne, vurdere, bruke og henviser til informasjon og fagstoff og framstille dette slik at det belyser en problemstilling.

**LU-D-F-5:** Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon og entreprenørskap gjennom deltakelse i utvikling og realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter, systemer og/eller løsninger der informasjonsteknologi inngår.

### ***Generell kompetanse***

**LU-D-G-1:** Kandidaten har innsikt i miljømessige, helsemessige, samfunnsmessige og økonomiske konsekvenser av produkter og løsninger innenfor sitt fagområde og kan sette disse i et etisk perspektiv og et livsløpsperspektiv.

**LU-D-G-2:** Kandidaten kan formidle kunnskap om informasjonsteknologi til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig på norsk og engelsk, og kan bidra til å synliggjøre denne teknologiens betydning og konsekvenser.

**LU-D-G-3:** Kandidaten kan reflektere over egen faglig utøvelse, også i team og i en tverrfaglig sammenheng, og kan tilpasse denne til den aktuelle arbeidssituasjon.

**LU-D-G-4:** Kandidaten kan bidra til utvikling av god praksis gjennom å delta i faglige diskusjoner innenfor fagområdet og dele sine kunnskaper og erfaringer med andre.

## **Læringsutbyttebeskrivelse for elektro**

En kandidat med fullført og bestått 3-årig bachelorgrad i elektroingeniørfag skal ha følgende samlede læringsutbytte definert i form av kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse:

### ***Kunnskap***

- LU-E-K-1:** Kandidaten har bred kunnskap som gir et helhetlig systemperspektiv på ingeniørfaget generelt, med fordypning innen elektrofaget. Kandidaten har kunnskap om elektriske og magnetiske felt, bred kunnskap om elektriske komponenter, kretser og systemer.
- LU-E-K-2:** Kandidaten har grunnleggende kunnskaper innen matematikk, naturvitenskap - herunder elektromagnetisme - og relevante samfunns- og økonomifag og om hvordan disse kan integreres i elektrofaglig problemløsning.
- LU-E-K-3:** Kandidaten har kunnskap om teknologiens historie og utvikling med vekt på elektroteknologi, ingeniørens rolle i samfunnet og konsekvenser av utvikling og bruk av teknologi.
- LU-E-K-4:** Kandidaten kjenner til forsknings- og utviklingsarbeid innenfor eget fagområde, samt relevante metoder og arbeidsmåter innenfor elektrofaget.
- LU-E-K-5:** Kandidaten kan oppdatere sin kunnskap innenfor fagfeltet, både gjennom informasjonsinnhenting og kontakt med fagmiljøer og praksis.

### ***Ferdigheter***

- LU-E-F-1:** Kandidaten kan anvende kunnskap og relevante resultater fra forsknings- og utviklingsarbeid for å løse teoretiske, tekniske og praktiske problemstillinger innenfor elektrofaget og begrunne sine valg.
- LU-E-F-2:** Kandidaten har ingeniørfaglig digital kompetanse, kan arbeide i relevante laboratorier og behersker målemetoder, feilsøkingmetodikk, bruk av relevante instrumenter og programvare, som grunnlag for målrettet og innovativt arbeid.
- LU-E-F-3:** Kandidaten kan identifisere, planlegge og gjennomføre ingeniørfaglige prosjekter, arbeidsoppgaver, forsøk og eksperimenter både selvstendig og i team.
- LU-E-F-4:** Kandidaten kan finne, vurdere, bruke og henviser til informasjon og fagstoff og framstille dette slik at det belyser en problemstilling.
- LU-E-F-5:** Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon og entreprenørskap gjennom deltakelse i utvikling, kvalitetssikring og realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter, systemer og løsninger.

### ***Generell kompetanse***

- LU-E-G-1:** Kandidaten har innsikt i miljømessige, helsemessige, samfunnsmessige og økonomiske konsekvenser av produkter og løsninger innenfor sitt fagområde og kan sette disse i et etisk perspektiv og et livsløpsperspektiv.



- LU-E-G-2:** Kandidaten kan formidle elektrofaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig på norsk og engelsk og kan bidra til å synliggjøre elektroteknologiens betydning og konsekvenser.
- LU-E-G-3:** Kandidaten kan reflektere over egen faglig utøvelse, også i team og i en tverrfaglig sammenheng, og kan tilpasse egen faglig utøvelse til den aktuelle arbeidssituasjon.
- LU-E-G-4:** Kandidaten kan bidra til utvikling av god praksis gjennom å delta i faglige diskusjoner innenfor fagområdet og dele sine kunnskaper og erfaringer med andre.

## Læringsutbyttebeskrivelse for kjemi

En kandidat med fullført og bestått 3-årig bachelorgrad i kjemiingeniørfag skal ha følgende samlede læringsutbytte definert i form av kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse:

### **Kunnskap**

- LU-K-K-1:** Kandidaten har bred kunnskap innen ulike kjemifag (generell kjemi, organisk kjemi, fysikalsk kjemi, analytisk kjemi og kjemiteknikk). Dette gir et helhetlig perspektiv på kjemiingeniørens fagområde.
- LU-K-K-2:** Kandidaten har grunnleggende kunnskaper innen matematikk, statistikk, fysikk og relevante samfunns- og økonomifag og om hvordan disse kan integreres i ingeniørfaglig problemløsning.
- LU-K-K-3:** Kandidaten har kunnskap om den teknologiske utviklingen innen kjemifagene, kjemiingeniørens rolle i samfunnet samt konsekvenser av utvikling og bruk av teknologi.
- LU-K-K-4:** Kandidaten kjenner til forsknings- og utviklingsarbeid innen kjemi, samt relevante metoder og arbeidsmåter innen de kjemiske spesialiseringsemnene.
- LU-K-K-5:** Kandidaten kan oppdatere sine kunnskaper innen kjemiingeniørens fagfelt, både gjennom informasjonsinnhenting og kontakt med fagmiljøer og praksis.

### **Ferdigheter**

- LU-K-F-1:** Kandidaten kan anvende og bearbeide kunnskap for å løse kjemirelaterte problemstillinger, foreslå tekniske løsningsalternativer, analysere og kvalitetssikre resultatene.
- LU-K-F-2:** Kandidaten kan anvende dataverktøy og relevante data- og simuleringprogrammer innen kjemifagene.
- LU-K-F-3:** Kandidaten kan arbeide i kjemiske laboratorier, og behersker metoder innen spektroskopi, kromatografi og elektrokjemi som bidrar til både analytisk og innovativt arbeid. Kandidaten skal videre kunne dokumentere analyseresultater i laboratoriejournaler og skrive rapporter ut fra standardiserte metoder.
- LU-K-F-4:** Kandidaten kan finne og vurdere informasjon, litteratur og fagstoff. Kandidaten skal videre kunne framstille dette slik at det belyser en problemstilling, både skriftlig og muntlig.
- LU-K-F-5:** Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon og entreprenørskap gjennom deltakelse i utvikling og realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter, systemer og/eller løsninger.

### **Generell kompetanse**

- LU-K-G-1:** Kandidaten har innsikt i miljømessige, helsemessige, samfunnmessige og økonomiske konsekvenser av kjemiske produkter, analyser og prosesser og kan sette disse i et etisk perspektiv og et livsløpsperspektiv.

- LU-K-G-2:** Kandidaten kan formidle ingeniørfaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig på norsk og engelsk og kan bidra til å synliggjøre teknologiens betydning og konsekvenser.
- LU-K-G-3:** Kandidaten kan håndtere kjemikalier forskriftsmessig og benytte HMS-data.
- LU-K-G-4:** Kandidaten kan delta i faglige diskusjoner, har respekt og åpenhet for andre fagområder og bidra i tverrfaglig arbeid.

## **Læringsutbyttebeskrivelse for maskin**

En kandidat med fullført og bestått 3-årig bachelorgrad i maskiningeniørfag skal ha følgende samlede læringsutbytte definert i form av kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse:

### ***Kunnskap***

**LU-M-K-1:**Kandidaten har grunnleggende kunnskaper om konstruksjon og/eller produksjon, materialer og kunnskap innen helhetlig system- og produktutvikling. Kandidaten har kunnskap som bidrar til relevant spesialisering, bredde eller dybde.

**LU-M-K-2:**Kandidaten har grunnleggende kunnskaper i matematikk, naturvitenskap og relevante samfunns- og økonomifag og hvordan disse integreres i system- og produktutvikling, konstruksjon og produksjon.

**LU-M-K-3:**Kandidaten har kunnskap om fagets historie, utvikling og ingeniørens rolle i samfunnet. Kandidaten har kunnskap om konsekvenser av utvikling og bruk av teknologi.

**LU-M-K-4:**Kandidaten kjenner til forsknings- og utviklingsarbeid, relevant metodikk og arbeidsmåte innen eget fagfelt.

**LU-M-K-5:**Kandidaten kan oppdatere sin kunnskap innenfor fagfeltet, både gjennom informasjonsinnhenting og kontakt med fagmiljøer og praksis.

### ***Ferdigheter***

**LU-M-F-1:** Kandidaten kan anvende kunnskap i matematikk, fysikk, kjemi og teknologiske emner for å formulere, spesifisere, planlegge og løse tekniske problemer på en velbegrunnet og systematisk måte.

**LU-M-F-2:** Kandidaten behersker utviklingsmetodikk, og kan anvende programmer for modellering/simulering og kan realisere løsninger og systemer.

**LU-M-F-3:** Kandidaten kan identifisere, planlegge og gjennomføre prosjekter, eksperimenter og simuleringer, samt analysere, tolke og bruke framkomne data, både selvstendig og i team.

**LU-M-F-4:** Kandidaten kan finne, vurdere og utnytte teknisk viten på en kritisk måte innen sitt område, og fremstille dette slik at det belyser en problemstilling, både skriftlig og muntlig.

**LU-M-F-5:** Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon, kvalitetsstyring og entreprenørskap ved utvikling og realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter, systemer og/eller løsninger.

### ***Generell kompetanse***

**LU-M-G-1:**Kandidaten har innsikt i miljømessige, helsemessige, samfunnmessige og økonomiske konsekvenser av produkter og løsninger innenfor sitt fagområde og kan sette disse i et etisk perspektiv og et livsløpsperspektiv.

**LU-M-G-2:**Kandidaten kan formidle ingeniørfaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig på norsk og engelsk og kan bidra til å synliggjøre teknologiens betydning og konsekvenser.

**LU-M-G-3:**Kandidaten kan reflektere over egen faglig utøvelse, også i team og i en tverrfaglig sammenheng, og kan tilpasse denne til den aktuelle arbeidssituasjon.

**LU-M-G-4:**Kandidaten kan bidra til utvikling av god praksis gjennom å delta i faglige diskusjoner innenfor fagområdet og dele sine kunnskaper og erfaringer med andre.

## 6.2 Læringsutbyttebeskrivelser og utfyllende tekst angående matematikk, realfag og samfunnsfag

### Matematikk

Matematikk er et essensielt realfag innen all ingeniørutdanning og har flere viktige roller i utdanningen. Faget er et sentralt verktøy for å identifisere, formulere og løse problemer innen alle ingeniørfagene. Matematikk er viktig for å kommunisere faglig med andre teknologer, nasjonalt og internasjonalt. Samtidig er grunnleggende matematikkfaglige kunnskaper fundamentet for innovasjon, nytenkning og videreutvikling av matematikkbasert kompetanse i et livslangt læringsperspektiv. En solid basis i matematikk er derfor sentral i hele ingeniørutdanningen og for ingeniørprofesjonen. Læringsutbyttet må derfor inkludere logisk argumentasjon og grunnleggende teoretisk og praktisk forståelse av begreper og ideer, så vel som kunnskap om og ferdigheter i bruk av etablerte teknikker og metoder.

Ingeniørmatematikk er ofte tilnærmet likt uavhengig av land. I forskriften står det at matematikk skal ha et nivå som er vanlig internasjonalt. (Det gjøres en del arbeid for en kvalifikasjonsbasert beskrivelse av matematikkfaget i Europa i regi av European Society for Engineering Education (SEFI), The Mathematics Working Group.) Det er viktig at institusjonene holder seg oppdatert om internasjonalt arbeid med matematikkfaget i ingeniørutdanninger.

Ny rammeplan krever varierte arbeidsformer og vurderingsformer for å oppnå læringsutbytte. Matematikkfaget bør legge ekstra vekt på dette. Nedenfor er det tatt inn lister over ulike vurderings- og arbeidsformer som kan tas i bruk. Det er sentralt at studentene regner oppgaver og er i stand til å gjøre de vurderingene som er nødvendige for å løse en sammensatt eller praktisk problemstilling. Innenfor matematikkdidaktisk litteratur blir det å forklare svarene sine ofte beskrevet som en arbeidsmåte som kan bidra til å generere økt matematisk forståelse. (Grønmo med flere 2010).

I en ingeniørs hverdag vil mange matematiske problemer løses ved hjelp av beregninger på datamaskin. Matematikkutdanningen bør derfor ha et tydelig beregningsperspektiv med vekt på grunnleggende forståelse for mulighetene og begrensningene både ved analytiske og beregningsmessige løsningsmetoder. Hvis studentene har programmering i et annet fag, er det ønskelig at dette utnyttes aktivt i matematikkfaget. Det sentrale er ikke ferdigheter i bruk av spesifikke programpakker, men grunnleggende kunnskap om matematisk problemløsning ved hjelp av algoritmiske teknikker, selv om innlæringen nødvendigvis vil være basert på bruk av slike programpakker. Det må understrekes at grunnlaget for en kreativ bruk av beregninger er god forståelse for tradisjonell matematikk og gode ferdigheter i elementær algebra. Tidlig innarbeiding av et beregningsperspektiv vil gjøre det lettere å inkludere realistiske, anvendte eksempler både i matematikkundervisningen og i fagene som bygger på matematikk.

Det bør inngå minst 20 studiepoeng matematikk i utdanningen. Av disse skal minst 10 studiepoeng være fellesemner for alle studieprogram. En bredest mulig dekning av matematikktemaer og grundig oppøving av matematiske ferdigheter bør tilstrebes i alle studieprogram. Bredden og dybden av matematikktemaer er imidlertid så stor at ikke alle temaer lar seg dekke innenfor rammen av 20 studiepoeng matematikk. Det vil være naturlig og nødvendig at matematikk repeteres aktivt i teknologiske emner og i tverrfaglige sammenhenger i andre aktuelle emner i de enkelte studieprogram for å oppnå det totale læringsutbyttet.

Overgang til master i teknologi har ulike krav til omfanget av kunnskaper i matematikk. Den enkelte institusjon må sørge for å tydeliggjøre for studentene hva som kreves ved overgang til egne mastergrader, og til mastergrader ved andre aktuelle institusjoner.

Aktuelle temaer for matematikk kan være: Funksjonsbegrepet, inverse funksjoner, grenseverdier, kontinuitet, derivasjon, integrasjon, integrasjonsmetoder, differensiallikninger med vekt på modellering, lineær algebra, matriser, determinanter, lineære likningssystem, egenverdier og egenvektorer, komplekse tall, funksjoner av flere variable, partiell derivert, Laplacetransformasjoner, tallfølger, differenslikninger, potensrekker, Fourierrekker, tallsystemer, kombinatorikk, mengdelære, relasjoner og diskrete funksjoner, logikk og matematisk resonnering, grafer og trær, supplert med (numeriske) beregningsmetoder der det er naturlig.

### **Læringsutbytte**

#### **Kunnskap**

- a) Kandidaten har opparbeidet et faglig grunnlag og forståelse i matematikk som andre emner kan bygge videre på.
- b) Kandidaten har kunnskap om grunnleggende sammenhenger mellom matematikk og ingeniørfaglige anvendelser.
- c) Kandidaten har kunnskap om problemløsning og modellbygging som verktøy for å løse ingeniørproblemer.
- d) Kandidaten har grundig kunnskap innen kjerneområdene derivasjon, integrasjon og differensiallikninger.
- e) Kandidaten har grundig kunnskap innen kjerneområdet matriser til og med egenverdier innen lineær algebra.
- f) Kandidaten har gode kunnskaper om komplekse tall, funksjoner av flere variable, potensrekker og differenslikninger.
- g) Kandidaten har gode kunnskaper om numeriske beregninger og deres muligheter og begrensninger.
- h) Kandidaten har gode kunnskaper i andre matematiske emner som er relevante for det aktuelle fagfeltet.

#### **Ferdigheter**

- a) Kandidaten har et relevant matematisk symbol- og formelapparat.
- b) Kandidaten kan manipulere symboler og formler.
- c) Kandidaten kan resonnerer matematisk.
- d) Kandidaten kan formulere ingeniørfaglige problemer på matematisk form.
- e) Kandidaten kan løse problemer både ved analytiske og numeriske metoder.
- f) Kandidaten har god regneferdighet.
- g) Kandidaten kan bruke matematiske metoder og verktøy relevant for sitt fagfelt.
- h) Kandidaten kan identifisere sammenhenger mellom matematikk og ingeniørfaglige anvendelser.
- i) Kandidaten kan vurdere resultater fra matematiske beregninger (analytiske og numeriske).

j) Kandidaten kan forstå og bruke matematiske representasjoner.

### **Generell kompetanse**

- a) Kandidaten kan bruke matematikk til å kommunisere om ingeniørfaglige problemstillinger.
- b) Kandidaten har forståelse for at endring og endring per tidsenhet kan måles, beregnes, summeres og inngå i likninger.
- c) Kandidaten forstår at det er presisjonsnivået i det matematiske språket som gjør det velegnet til å strukturere ingeniørfaglige problemer og åpne for løsninger.
- d) Kandidaten har matematiske forståelse som kan gi grunnlag for livslang læring.

### Organisering og arbeidsmåter

Forelesninger, regneøvinger, kollokvier, hjemmeoppgaver med og uten teknologiske hjelpemidler, individuelle og gruppeprosjekter med skriftlig dokumentasjon og muntlig presentasjon. Problembasert læring og bruk av teknologiske hjelpemidler.

### Aktuell litteratur, fagstoff og kilder

Lærebøker av typen "Kalkulus/matematisk analyse", "Lineær algebra"

### Arbeidskrav

Obligatoriske regneøvinger og/eller obligatoriske innleveringer.

### Vurdering/eksamen

Vurdering av emnet må tilpasses læringsprosessen, og ulike vurderingsformer kan være aktuelle: Avsluttende skriftlig eksamen, muntlig eksamen, mappevurdering, individuell muntlig prøve, praktisk prøve, skriftlig prøve. I mappevurdering kan mappen inkludere ulike vurderingsformer; avsluttende skriftlig eksamen, underveisvurderinger, obligatoriske individuelle eller grupperapporter, prosjektoppgaver. Dersom flere vurderingsformer er tellende på sluttvurderingen skal alle enkeltvurderinger være bestått, og individuell vurdering skal inngå.



## **Realfag**

Gode kunnskaper i realfag er viktig for alle ingeniører og gir det fundamentale grunnlaget for ingeniørfagene. Realfag er i denne sammenhengen definert til å omfatte fysikk, kjemi og statistikk.

Realfagene er sentrale for forståelse og utvikling av eget ingeniørfag, og for innsikt i hvordan ens eget arbeid påvirker omgivelsene. De er viktige for utfordringer innen samspillet mellom teknologi og omverdenen. Helheten og sammenhengen mellom realfag og fagfeltet må sikres, især sammenhengen mellom den grunnleggende teori og praksis innen fagfeltet. Realfag settes i samfunnsmessig perspektiv gjennom samspillet med emner i andre emnegrupper.

Kunnskaper i realfag er viktig tilrettelegging for livslang læring og bidrar til allmenndannelse.

## **Læringsutbytte**

### **Kunnskap**

- a) Kandidaten kjenner til hvordan realfagene anvendes på en helhetlig måte, dvs. hvordan fysiske og kjemiske fenomener henger sammen, og hvordan statistikk og matematikk er nødvendige verktøy for å kunne måle, beskrive og evaluere resultater.
- b) Kandidaten kjenner teorier og begreper innen grunnleggende fysikk.
- c) Kandidaten har kjennskap til fysikkens lover og hvordan de kan anvendes til å modellere observerbare fenomen, og ha forståelse for modellenes gyldighetsområde.
- d) Kandidaten kjenner grunnleggende prinsipper, teorier og begreper innen kjemi og disses relevans opp mot eget fagfelt.
- e) Kandidaten kjenner til grunnleggende sammenhenger mellom kjemi og praktiske anvendelser.
- f) Kandidaten kan tolke beskrivende statistikk, kjenne til grunnleggende sannsynlighetsteori, sentrale sannsynlighetsfordelinger og teorigrunnlaget for estimering, konfidensintervall og hypotesetesting.
- g) Kandidaten kjenner til hvordan å bruke relevante elektroniske hjelpemidler.

### **Ferdigheter**

- a) Kandidaten har nødvendig basis for å kunne lese faglitteratur på sitt fagområde.
- b) Kandidaten kan anvende fysiske, kjemiske og statistiske prinsipper og begreper innen eget fagfelt.
- c) Kandidaten har et relevant begreps- og formelapparat.
- d) Kandidaten kan gjøre rede for grunnleggende fenomener innen fysikk og kjemi, og anvende disse for å forklare faglige problemstillinger.
- e) Kandidaten har grunnleggende ferdigheter i laboratoriearbeid, rapportering og resultatpresentasjon.
- f) Kandidaten kan innhente, analysere og presentere numeriske data.
- g) Kandidaten behersker grunnleggende sannsynlighetsregning og kunne gjøre estimering, hypotesetesting og enkle korrelasjons-/regresjonsanalyser.

### **Generell kompetanse**

- a) Kandidaten har forståelse for omverdenen og realfagenes rolle innen samspillet mellom den teknologiske utvikling og samfunnet, samt innsikt i miljømessige og etiske utfordringer i dag og i fremtiden.
- b) Kandidaten kan oppnå relevante svar på faglige problemstillinger, gjennom anvendelse av fysiske, kjemiske og statistiske undersøkelser og metoder.
- c) Kandidaten forstår fysiske, kjemiske og statistiske tenkemåter og metoder, og kan formidle disse skriftlig og muntlig.
- d) Kandidaten kan bidra til å utvikle ingeniørdannelse og allmenndannelse

### **Veiledning til læringsutbyttebeskrivelsene**

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.

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.

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.

Læringsutbyttene i realfag kan oppnås på flere måter. En mulighet er å opprette egne emner i fysikk, kjemi og statistikk, eller kombinasjoner av dette. Forskriften gir imidlertid også muligheter for andre interessante implementeringer, for eksempel kombinasjoner av emner fra ulike emnegrupper. Dette kan styrke helheten og sammenhengen mellom realfagene og øvrige fag. Læringsutbyttet i realfag er altså ikke begrenset til å måtte dekkes av enkeltemner i fysikk, kjemi og statistikk. Hele eller deler av læringsutbyttet kan oppnås i samspill med øvrige emner. Det sentrale er at det totale læringsutbyttet er dekket i løpet av det treårige studiet.

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.

Samsillet mellom eksperimenter og teoretiske modeller er karakteristisk for realfagene. Det er derfor viktig at studentene selv utfører eksperimenter og forstår anvendelsen av modeller for fysiske /realfaglige systemer og fenomener. Problemløsningen og formidlingen av resultater og faglige undersøkelser inngår som en vesentlig del av realfag.

Praktiske anvendelser bør inngå som en integrert del av undervisningen. Studentene sikres hermed fortrolighet med eksperimentelle metoder og bruk av eksperimentelt utstyr. Laboratoriearbeidet over de tre årene bør velges slik at det er progresjon fra mer simple registreringer av data via mer komplekse sammenhenger til selvstendige eksperimentelle undersøkelser i forbindelse med bacheloroppgaven.

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

## **Samfunnsfag**

Ingeniørprofesjonen utføres som oftest tverrfaglig. Det er derfor viktig at utdanningen bidrar til at ingeniørene kan utøve sitt virke i samarbeid med andre og i forhold til samfunns- og næringsliv. De må ha kjennskap til arbeidslivets spilleregler, virksomheters organisering, verdiskaping, produktivitet og lønnsomhet. De må også kunne utøve sitt virke sammen med andre, både innen eget fagfelt og i forhold til andre yrkesgrupper og mennesker med annen kulturbakgrunn. I den forbindelse må de ha trygghet i egen rolle, og ydmykhet og respekt for andres bidrag. Det er også viktig at kandidatene har erfaring fra teamarbeid i studiet. Dette er en vanlig arbeidsform i ingeniøryrket. Kommunikasjon er et nøkkelbegrep i ethvert arbeidsforhold, og i dagens globaliserte samfunn er det spesielt viktig at ingeniørene er i stand til å kommunisere godt skriftlig og muntlig, både på norsk og engelsk.

Nyskaping og entreprenørskap er viktige elementer i forhold til framtidens næringsliv og arbeidsplasser, og ingeniørene har en spesielt viktig rolle i forhold til dette når det gjelder nyskaping og videreutvikling av produkter og virksomheter. Ingeniørene må i tillegg ha grunnleggende kunnskaper i bedriftsøkonomi, slik at de kan forstå et regnskap og kan foreta kostnadsberegninger og lønnsomhetsvurderinger.

Forskriften presiserer i § 1 at teknologiske, realfaglige og samfunnsfaglige temaer skal integreres og ses i sammenheng. Utdanningen skal tilrettelegge for å ivareta samspeillet mellom etikk, miljø, teknologi, individ og samfunn. Slik integrasjon forutsetter endringer i forhold til eksisterende emner og programmer. Gjennom de føringer forskriften legger opp til når det gjelder oppbygging av samfunnsfaglig kompetanse gjennom alle tre år av ingeniørutdanningen og med klar progresjon, må slik kompetanse bygges inn både i fellesemner, programemner, tekniske spesialiseringsemner, valgfrie emner og bacheloroppgaven.

Flere av de samfunnsfaglige temaene må sees i sammenheng med tema fra ”Ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder”, ”Ingeniørfaglig systemtenkning” og ”Bacheloroppgaven”. Prosjektstyring og prosjektledelse bør både inngå i et emne tidlig i studiet og i bacheloroppgaven.

Læringsutbyttebeskrivelsene inneholder et minimumskrav som må dekkes ved alle utdanninger. Den enkelte utdanning oppfordres til å utvide omfanget av samfunnsfaglige temaer på områder der de har en spesiell styrke eller ønsker spesielt fokus. Samfunnsfaglige temaer bør også inngå i valgfrie emner.

## **Læringsutbytte**

### **Kunnskap**

- a) Kandidaten har kunnskap om teknologiens og ingeniørens rolle i samfunnsutviklingen.
- b) Kandidaten har kunnskap om arbeidslivets spilleregler og samhandling.
- c) Kandidaten har grunnleggende kunnskaper om virksomheters organisering, verdiskaping, produktivitet og lønnsomhet.
- d) Kandidaten har grunnleggende kunnskaper i bedriftsøkonomi.
- e) Kandidaten har kunnskap om innovasjonsprosesser og entreprenørskap.
- f) Kandidaten har kunnskap om etablering og gjennomføring av prosjekter.

### ***Ferdigheter***

- a) Kandidaten kan vurdere lønnsomhet og økonomisk risiko.
- b) Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon og entreprenørskap gjennom deltakelse i utvikling og realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter, systemer og løsninger.
- c) Kandidaten kan kommunisere skriftlig og muntlig om sitt fagområde på både norsk og engelsk og bidra i tverrfaglig samarbeid og i samfunnsdebatten.

### ***Generell kompetanse***

- a) Kandidaten kan igangsette mindre prosjekter og gjennom ledelse av dem ivareta menneskelige, faglige, økonomiske, etiske og samfunnsmessige hensyn.
- b) Kandidaten kan se en tverrfaglig sammenheng mellom økonomi, ledelse, etikk, samfunn, miljø og teknologi.
- c) Kandidaten har forståelse for betydningen av kulturell kompetanse.

En konkretisering og nærmere utdyping av sentrale læringselementer som inngår i de enkelte læringsutbyttebeskrivelsene er tatt inn i vedlegg 3.

## 6.3 Utfyllende tekster om enkelte temaer og emner

### **Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder**

Studentene skal lære ingeniørprofesjonen å kjenne gjennom å bli kjent med ingeniørers arbeidsområder og arbeidsmåter, og dermed bli bevisst på å se konsekvenser av ulike teknologiske løsninger. En viktig hensikt er å motivere studentene gjennom at de ser ingeniørfaget i en større sammenheng, og utvikler en helhetlig, åpen og nysgjerrig tilnærming til viten.

Studentene skal introduseres til ingeniørers måte å arbeide på både når det gjelder nytenkning, problemformulering, analyse, spesifikasjon, valg av metode, løsningsgenerering, evaluering og rapportering. Studentene skal få innblikk i at ingeniører både må arbeide analytisk, strukturert, målrettet og innovativt, og at de må være bevisst konsekvenser av teknologiske løsninger både fra et samfunnsmessig, miljømessig og etisk perspektiv. Studentene skal også få trening i skriftlig og muntlig kommunikasjon, både på norsk og engelsk. Dette danner et viktig grunnlag for videre selvstendig læringsprosess. Opplæringen skal kreve høy studentaktivitet og legge grunnlaget for at studentene jobber mye og godt gjennom hele studiet.

Studentene skal bli kjent med studenter på eget program og andre ingeniørprogrammer og utvikle faglig tilhørighet, trygghet og sikkerhet i studiesituasjonen. Det skal legges til rette for at studentene utvikler god studieteknikk og gode arbeidsvaner.

Aktuelle temaer som kan bidra til læringsutbyttet er: Prosjektarbeid, rapportskrivning, presentasjonsteknikk, teknologihistorie, etikk, helse, miljø og sikkerhet, livsløpsanalyser, prosjektøkonomi, laboratoriearbeid, beregningsperspektiv ved hjelp av datamaskin, bruk av algoritmer og matematiske beregninger med datamaskiner. Studentene skal møte relevant næringsliv, og studentoppgaver som gis skal være forankret i reelle problemstillinger som utfordrer mange ingeniørfaglige perspektiver.

Institusjonene har gjennom undervisningen på dette området store muligheter til å legge godt grunnlag for økt motivasjon og dermed økt gjennomstrømmning. Institusjonene oppfordres til å bruke et bredt og variert utvalg av arbeids- og læringsformer. For eksempel: introduksjonsuke, gründercamp med fokus på miljøeffektive løsninger, ekskursjoner, posterpresentasjoner, laboratorieoppgaver, intensive temauker, aktiv bruk av forelesere fra næringslivet, venture-cup og kollokvier.

Studentene kan involveres aktivt i gjennomføringen ved at de både presenterer fagstoff og at de presenterer gjennomførte oppgaver som laboratorieøvinger, bedriftsbesøk og lignende. Dette kan gjøres ved at enkeltstudenter eller grupper presenterer for hverandre eller i plenum. Alle studenter forbereder seg til presentasjon og leverer materiale, og et utvalg studenter plukkes ut til presentasjon. Studentene kan også utfordres til å gi hverandre tilbakemeldinger i læringsprosesser. Det er en stor fordel om studenter på senere årstrinn kan involveres gjennom for eksempel et emne der deres læringsutbytte er forankret i et ansvar for å bidra aktivt i presentasjon, gjennomføring, veiledning, tilbakemelding etc.

Et eksempel på læringsutbyttebeskrivelser for "Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder" er tatt inn i vedlegg 4.

## **Ingeniørfaglig systemtenkning**

Systemer som samhandler er et viktig trekk i et moderne samfunn. Å arbeide tverrfaglig med basis i sitt fagområde er derfor sentralt i ingeniørfaglige virke. Modellering og helhetlig systemtenkning er sentrale og grunnleggende kvalifikasjoner i ingeniørprofesjonen. De danner basis for å kunne anvende ervervede kvalifikasjoner innen teknologi, realfag, og samfunnsfag for å løse komplekse teknologiske oppgaver, i tverrfaglig samarbeid. En solid basis i modelleringsteknikker er derfor sentral i hele ingeniørutdanningen og for ingeniørprofesjonen. Forenkling gjennom modeller er viktig for å analysere systemer og for at ingeniørene selv skal være i stand til å generere nye tekniske løsninger.

”Ingeniørfaglig systemtenkning” er et av de nye faglige elementene i rammeplanen og skal bidra til å gjøre studentene i stand til å arbeide helhetlig og tverrfaglig. Ingeniørfaglig systemtenkning er yrkesforberedende og forutsetter at studentene har ervervet seg ingeniørfaglige kvalifikasjoner innen sitt fagområde slik at det må komme sent i studiet. Ingeniørfaglig systemtenkning skal oppøve studentene slik at de evner å arbeide ut fra en systemmessig helhet, fra enkle til komplekse systemer. Ingeniørfaglig systemtenkning skal også gi studentene et bedre grunnlag for å forstå livsløpstankegang, miljømessige og samfunnmessige konsekvenser av teknologi og for utvikling av ingeniørdannelse. Ingeniørfaglig systemtenkning skal danne et grunnlag for å gjennomføre en ingeniørfaglig bacheloroppgave, forankret i reelle problemstillinger.

Aktuelle temaer som kan bidra til læringsutbytte er: Forenklet representasjon av komplekse systemer, delsystemer, kvalitetssystemer, miljøsystemer, masse- og energibalanser, anvendelse av strategianalyse og usikkerhet, risikoanalyse, konsepter, konseptvurdering, konseptevaluering, styringssystemer (tekniske, økonomiske og administrative), flytskjema, funksjonalitet, helse- miljø og sikkerhet (HMS). Forskriftens beskrivelse av utdanningens læringsutbytte krever at utdanningens emner integreres og ses i helhetsperspektiv og sammenheng. Det vil være naturlig og nødvendig også å bringe disse temaene inn i andre aktuelle emner i de enkelte studieprogram for å oppnå det totale læringsutbytte.

I Ingeniørfaglig systemtenkning bør studentene arbeide teambasert. Arbeid i team kan skje både på tvers av studieprogrammer og innenfor eget studieprogram. Institusjonene oppfordres til å bruke et bredt og variert utvalg av arbeids- og læringsformer som medvirker til at læringsutbytte nås. Et eksempel er undervisningsformen ”Ekspert i team” ved NTNU.

Et eksempel på læringsutbyttebeskrivelser for Ingeniørfaglig systemtenkning er tatt inn i vedlegg 5.

## **Internasjonalisering**

Rammeplanen pålegger institusjonene å sikre at ingeniørutdanningene har et internasjonalt perspektiv og at de ferdige kandidatene kan fungere i et internasjonalt miljø.

Institusjonen skal legge til rette for et internasjonalt semester som del av ingeniørutdanningen. Et tilrettelagt utvekslingssemester i samarbeid med utenlandske institusjoner gir internasjonal kompetanse, både gjennom at studenter reiser til utenlandske institusjoner, og gjennom at utenlandske studenter kommer til institusjonen og samarbeider med egne studenter. Studenter som ikke har anledning til å reise til institusjoner utenfor Norge skal utvikle internasjonal kompetanse hjemme.

Tilrettelegging for internasjonalisering og utvikling av internasjonal kompetanse hos studentene kan gjøres på flere måter:

- internasjonale og flerkulturelle perspektiver i studiet
- engelskspråklig pensum og utenlandske gjesteforskere/forelesere
- ulike læringsformer og vurderingsformer.

Den internasjonale kompetansen i studiet må fremkomme i fagplanene.

Interesse for og innsikt i viktigheten av internasjonal orientering er en forutsetning for at fremmedspråk og internasjonalt perspektiv skal bli en integrert del av studiet. Institusjonene bør bruke sine internasjonale samarbeidsavtaler til å utvikle internasjonal kompetanse, språkferdigheter og kulturforståelse.

Et internasjonalt semester kan ses opp mot de valgbare emnene som har et omfang på et semester. Språklige ferdigheter i engelsk må vektlegges i studiene slik at læringsutbytte i forskriften oppnås.



## Valgfrie emner

Definisjonen av valgfrie emner er ulik definisjonen av valgfag i tidligere rammeplaner.

- De valgfrie emnene skal bidra til faglig spesialisering enten i bredden eller dybden.
- De valgfrie emnene skal gi et fundament for studentens ønskede profilering og legge til rette for mobilitet både nasjonalt og internasjonalt.

For å gi bidrag til faglig spesialisering bør de valgfrie emnene legges sent i studieløpet, men ikke i konflikt med bacheloroppgaven. Nivået på emnene som godkjennes, gjenspeiler dette.

Institusjonen er selv fri til å velge hva den ønsker å tilby av emner i denne emnegruppen – og har således stor innvirkning på hvilke emner studentene velger å ta. Institusjonen kan utarbeide emner som utgjør 10 studiepoeng eller større emner. Emner kan bestå av flere ulike fag, og slik sett kan institusjonen tilby et helt semester som ett emne (30 studiepoeng).

De kvalifikasjonene som kreves for overgang til aktuelle masterutdanninger i teknologi, bør studentene ha mulighet til å erverve seg. Studenter som ønsker å utvikle en spesiell fagprofil som for eksempel understøtter arbeid i sektorer som normalt ikke forbindes med ingeniører (kulturnæring, helse, bistand etc.) bør kunne bruke valgfrie emner til dette.

Engelskspråklige emner kan også legges til denne emnegruppen for å øke muligheten til å profilere institusjonen internasjonalt.

Institusjonene utnytter muligheten de valgfrie emnene gir, til lettere å få godkjenning av emner avlagt ved andre høyere utdanningsinstitusjoner i Norge eller utlandet. De kvalifikasjonene en student har med seg fra valgfrie emner fra annen eller egen institusjon, bør tilstrebes reflektert i bacheloroppgaven.

Institusjonene må følge opp det økte kravet til studieveiledning rammeplanen medfører. Studentene må gis tilbud om slik veiledning allerede tidlig i studiet.

## **Studiepoenggivende praksis**

Studiepoenggivende praksis i ingeniørutdanningen er ikke obligatorisk, men er et tilbud til studentene som institusjonene selv avgjør om de vil tilby. Studiepoenggivende praksis- kan inngå i valgfrie emner, eller med inntil 10 studiepoeng i tekniske spesialiseringsemner.

Studiepoenggivende praksis skal være relevant i forhold til studentens tekniske spesialisering. Emnet skal gi studentene erfaring med ingeniørers arbeidsoppgaver og yrkesutøvelse, og må komme sent i studiet. Et krav til praksisen er at studentene må integrere teori og praksis i reelle ingeniørfaglige prosjekter. Studenten skal ha skriftlige innleveringer i form av rapporter, og studentene kan også holde en muntlig presentasjon. Dette er elementer som inngår i vurderingen av praksisen. Vurderingsordningen fremgår av fagplanen.

Praksisinstitusjon kan være bedrift, etat, organisasjon eller annet sted hvor ingeniører arbeider. Studiepoenggivende praksis i en praksisinstitusjon er en læringsarena på linje med annen opplæringsvirksomhet.

- Det skal foreligge en emnebeskrivelse for studiepoenggivende praksis, der kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse som praksisen resulterer i fremgår.
- Ingeniørutdanningsinstitusjonen har ansvaret for innhold, kvalitet og vurdering av praksis.
- Utdanningsinstitusjonen skal samarbeide med praksisinstitusjonen slik at praksisen gir helhet og sammenheng i studentens opplæring.
- Praksisopplæringen skal organiseres gjennom formelle avtaler mellom ingeniørutdanningsinstitusjonen og praksisinstitusjonen, og samarbeidet må formaliseres som et trepartsamarbeid og involvere både fagmiljøene på ingeniørutdanningsinstitusjonen, praksisinstitusjonen og studenten.
- Praksisinstitusjonen skal sørge for at det legges gode rammer for praksisopplæringen.
- Praksisinstitusjonen skal sørge for at studenten gjør seg kjent med de HMS-regler og andre standarder som gjelder praksisstedet og fagfeltet og påse at studenten følger disse.
- Veileder i praksisinstitusjonen må ha/ tilegne seg de nødvendige kvalifikasjoner for å gi opplæring og veiledning under praksisperioden.
- Praksisen vurderes etter den karakterskalaen som fremgår av emnebeskrivelsen.

Dersom en institusjon tilbyr studiepoenggivende praksis i ingeniørutdanningen, skal institusjonens regelverk for kvalitetssikring av obligatorisk praksis i andre bachelorgradsutdanninger også gjelde for den studiepoenggivende praksis i ingeniørutdanningen.

## **Bacheloroppgave**

Bacheloroppgaven (20 sp.) er det avsluttende emnet på ingeniørutdanningen. Oppgaven skal være forankret i reelle ingeniørfaglige problemstillinger fra samfunns- og næringsliv eller forsknings- og utviklingsarbeid. Studentene skal gjennom oppgaven vise at de behersker ingeniørprofesjonen. De skal integrere tidligere ervervede kunnskaper og vise at de evner å tilegne seg ny kunnskap i løsning av en problemstilling. Oppgaven skal ses i et helhetsperspektiv og vise at kandidatene har innsikt i miljømessige, helsemessige, samfunnsmessige og økonomiske konsekvenser av produkter og løsninger innenfor sitt fagområde, og kan sette disse i et etisk perspektiv og et livsløpsperspektiv.

Bacheloroppgaven skal gi studentene trening i anvendelse av relevante metodeverktøy og selvstendig gjennomføring. Innføring i vitenskapsteori skal inngå og vil være med å gi utdanningen en forskningsbasert forankring. Kandidatene skal også vise at de kjenner til relevante metoder og arbeidsmåter innenfor forsknings- og utviklingsarbeid. Institusjonen har ansvar for at studentene får god veiledning uavhengig av om oppgaven utføres i tilknytning til en ekstern institusjon. Omfanget av veiledningen bør fremgå av fagplanen.

NRT har tidligere utarbeidet veiledning for vurdering av bacheloroppgaver. Den nye rammeplanen har inntil nå ikke medført endringer i den veiledningen. Vurderingen skal legge vekt på:

- oppgavens originalitet
- kandidatens evne til å jobbe selvstendig og til å ha oversikt over gjeldende internasjonal litteratur
- i hvilken grad oppgaven er klart og ryddig beskrevet (form, struktur og språklig fremstilling)
- i hvilken grad metoder er begrunnet og anvendt
- hvordan resultatet er begrunnet i forhold til problemstillingen
- problemutredning, relevante teoretiske modeller eller studier støttet av forskningsresultat, selvstendig analyse og refleksjon
- god evne til kritisk vurdering av eget arbeid
- konklusjonens kobling til problemstillingen.

For å få en riktig vurdering av hver enkelt kandidat skal minimum en del av vurderingen være individuell, for eksempel en muntlig vurderingsdel.

## 7 Internasjonale standarder

Næringslivet, de faglige ingeniørorganisasjonene og ingeniørutdanningsinstitusjonene arbeider med å få frem standarder eller kriterier for hva som oppfattes som en god ingeniørutdanning uavhengig av landegrensener. Noen eksempler på dette er listet opp nedenfor.

- European Accreditation of Engineering Programmes (EUR-ACE): Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes.
- The Quality Assurance Agency for Higher Education, Storbritannia: Subject benchmark statement, Engineering.
- European Society for Engineering Education (SEFI): Felles fagplanarbeidet, og fagplaner for europeisk ingeniørmatematikk.
- Engineering Council i Storbritannia: Akkreditering etter EUR-ACE.
- Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET): Akkreditering av teknologisk utdanning.

Lenker til disse eksemplene finnes i referanselisten (vedlegg 8).

Matematikken i ingeniørutdanninger har et stort tilsnitt av likhet i innhold og omfang uavhengig av landegrensener. Dette gjelder også grunnleggende kunnskap og ferdigheter innen de enkelte fagfelt.

Det forventes at institusjonene tilbyr utdanninger som internasjonalt anses å ha god kvalitet. Herav følger at institusjonene må kjenne internasjonale trender, standarder og kriterier for ingeniørutdanning generelt og for det aktuelle fagfelt spesielt.

## 8 Opptakskrav

Det er flere opptaksgrunnlag til ingeniørutdanningene (Jfr.: § 4-4 i Forskrift om opptak til høyere utdanning (FOR-2007-01-31-173)):

- generell studiekompetanse og Matematikk (R1+R2) og Fysikk 1
- generell studiekompetanse og bestått ½-årig realfagskurs
- 2-årig teknisk fagskole etter rammeplan fastsatt av departementet 1998/1999 og tidligere studieordninger
- nyere godkjent teknisk fagskoleutdanning med dokumenterte kunnskaper i matematikk og fysikk tilsvarende Matematikk (R1+R2) og Fysikk 1
- bestått 1-årig forkurs for ingeniørutdanning og maritim høgskoleutdanning.

For søkere til tresemesterordningen (TRESS) er kravet (Jfr.: Kunnskapsdepartementets merknader til rammeplanen for ingeniørutdanningene avsnitt 7 side 3):

Generell studiekompetanse

For søkere til Y-veien (spesielt tilrettelagt ingeniørutdanning med grunnlag i fagbrev/svennebrev) er opptakskravet hjemlet i § 3-3 og § 4-4 i opptaksforskriften (Jfr.: Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning § 3 siste avsnitt):

Relevant fagbrev eller svennebrev og minimum 12 måneder relevant praksis

Lenke til opptaksforskriften for høyere utdanning:

[http://www.regjeringen.no/upload/KD/Rundskriv/2010/Rundskriv\\_F\\_15\\_10\\_Vedlegg\\_forskrift\\_opptak\\_hoeyere\\_uttanning\\_oppdaterert\\_301110.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/KD/Rundskriv/2010/Rundskriv_F_15_10_Vedlegg_forskrift_opptak_hoeyere_uttanning_oppdaterert_301110.pdf)

I vedlegg 6 er ulike opptaksveier til ingeniørutdanning beskrevet.

## **9 Overgangsordninger fra bachelorgrad til mastergradsstudier**

Rammeplanene for ingeniørutdanningen har alltid hatt fokus på å få til gode og rasjonelle muligheter for videre studier på høyere nivå. Det har vært et kjennetegn for den tekniske utdanningen i Norge at det har vært gode overgangsmuligheter.

I de senere årene har antallet institusjoner som tilbyr aktuelle masterprogram økt. Opprinnelig var NTH alene om å kunne tildele sivilingeniørgraden. I dag gis aktuelle mastergrader ved mange institusjoner. Det gir en utfordring for å få til faglig gode og oversiktlige overgangskrav som ikke medfører tap av tid for studentene. Har hvert masterstudium sine spesifikke og unike krav til opptak, vil det tvinge studentene til å måtte foreta faglig valg tidlig i sin bachelorgradsutdanning. Dette vil hindre omvalg av mastergradsinstitusjon og begrenser muligheten for mobilitet.

Krav til overgang kan ikke utarbeides på det nåværende tidspunkt. Mastergradsinstitusjonene må kjenne innholdet i de nye ingeniørutdanningene som bygger på den nye rammeplanen og retningslinjene før de kan utarbeide konkrete krav. I den pågående prosess fokuserer NRT på å få til klare overgangskrav. I arbeidet vil det bli holdt god kontakt med Det nasjonale fakultetsmøte for realfag, slik at også overgang til realfaglige mastergrader ivaretas.

Et viktig element i videre arbeid er et fagmøte om overgangsordninger. Signaler fra fagmøtet vil være viktig for bachelorgradsinstitusjonene og mastergradsinstitusjonene i sitt videre arbeid. Først når dette fagmøtet er avholdt, vil NRT ha opplysninger som gjør det mulig å skrive mer konkret og utfyllende om dette. Kapitlet vil derfor komme i ny versjon i neste utgave av retningslinjene.

Når alle aktuelle krav er kjent, må bachelorgradsinstitusjonene forholde seg til disse og få på plass aktuelle tilbud til sine studenter.

## **10 Tiltak for Samarbeid, Arbeidsdeling, og faglig Konsentrasjon - SAK**

I det pågående implementeringsarbeidet vil det bli fokusert på SAK. Fagmøtene vil være et verktøy for diskusjonen og forståelse av de faglige elementene det kan samarbeides om og hvor en faglig konsentrasjon eller arbeidsdeling vil være naturlig og nødvendig.

Under utarbeidingen av læringsutbyttebeskrivelsene for fagfeltene bygg, data, elektro, kjemi og maskin ble det fokusert på at en utdanning innen et fagfelt nasjonalt skal ha felles læringsutbytte for fagfeltet (dette vil reflekteres i fellesemner og programemner), men med rom for den enkelte å profilere seg på fagområde og spesialisering innen fagfeltet (tekniske spesialiseringsemner). Læringsutbyttebeskrivelsene for et fagfelt er slik utformet at det kan være arbeidsdeling og faglig konsentrasjon innen dette fagfeltet. De valgfrie emnene gjør det mulig for den enkelte institusjon å profilere seg innenfor spesialiseringer der de har et nasjonalt eller regionalt fortrinn i form av næringsstruktur, rekrutteringsgrunnlag og ressurser.

For å få forpliktende avtaler om SAK, må institusjonenes toppledelse engasjere seg i prosessene.

NRT vil arbeide med å utvikle dette kapitlet som vil bli mer omfattende i neste utgave av retningslinjene. Da vil en også kunne trekke på den erfaring som fås gjennom ressursene som nå skal brukes på SAK. Å få erfaring i det kommende år med implementering av rammeplanen med retningslinjer og SAK-prosjekter blir viktig i institusjonenes videre SAK-arbeid og NRTs videreutvikling av dette kapitlet.

# Vedlegg

## Vedlegg 1 Definisjoner

### Fagområde, fagfelt og ingeniørfag

I forskriften brukes begrepene fagområde, fagfelt og ingeniørfag.

Med **fagområde** i de teknologiske utdanningene forstås normalt valgt studieretning/ fordypning innenfor en del av et fagfelt. For eksempel består **fagfeltet** elektro av fagområder som sterkstrøm, svakstrøm, kybernetikk, teleteknikk, medisinsk teknologi, avionikk osv. Det er de tekniske fagene som oppfattes å utgjøre fagområdet.

**Ingeniørfag** (profesjonen) innebærer tekniske fag med nødvendige grunnlagsfag som matematikk, fysikk, kjemi, statistikk, samfunnsfag, økonomi etc., og at fagene ses i systemmessig sammenheng. Videre er arbeidsmetodikk sentralt, herunder nytenkning, identifisering av problemer, problemformulering, analyse, spesifisering, løsningsgenerering (syntese), evaluering (innbefatter også konsekvensvurdering) valg, rapportering og realisering/entreprenørskap.

### Programplaner og fagplaner

Den planen som institusjonenes styrer skal fastsette med grunnlag i rammeplanen, betegnes **programplan**. Basert på programplanen og aktuelt læringsutbytte utarbeides aktuelle **fagplaner** for de enkelte emner eller fag (f.eks. realfag og samfunnsfag hvis disse integreres, eller for teknologifag for å beskrive en spesiell profil).



## Vedlegg 2 Forslag til hvordan læringsutbyttebeskrivelsene kan tolkes

### Kunnskap

**LU-K-1:** Kandidaten har bred kunnskap som gir et helhetlig systemperspektiv på ingeniørfaget generelt, med fordypning i eget ingeniørfag.

*Kvalifikasjonen er den røde tråden i utdanningen, og skal, sammen med kvalifikasjon LU-K-2, utgjøre hovedtyngden av profesjonsrettingen i utdanningen og gi nødvendig profesjonskunnskap for å utvikle ferdigheter og generell kompetanse. Systemanalyse og syntese er grunnleggende krav fra næringslivet til dagens og fremtidens ingeniører. Bacheloroppgaven er et viktig bidrag til å oppfylle dette læringsmålet.*

**LU-K-2:** Kandidaten har grunnleggende kunnskaper i matematikk, naturvitenskap, relevante samfunns- og økonomifag og om hvordan disse kan integreres i ingeniørfaglig problemløsning.

*Matematikk, fysikk, kjemi, statistikk, samfunnsfag og økonomi, er sentrale, grunnleggende redskapsfag som danner basisen for forståelsen av og anvendelsen i tekniske emner. Kunnskap i disse klassiske fagene, supplert med et beregningsperspektiv ved hjelp av datamaskin, er et viktig fundament i utdanningen, og for å kunne praktisere som ingeniør og for å tilegne seg nødvendig ny kunnskap etter endt ingeniørstudium. Analytisk legning og det å kunne bruke matematikk som analyseverktøy, er sentrale krav til fremtidens ingeniører.*

**LU-K-3:** Kandidaten har kunnskap om teknologiens historie, teknologiutvikling, ingeniørens rolle i samfunnet samt konsekvenser av utvikling og bruk av teknologi.

*Den teknologiske utviklingen i samfunnet henger nøye sammen med utviklingen innenfor de grunnleggende naturvitenskapene fysikk og kjemi. Derfor preges og formes samfunnet kontinuerlig av ny teknolog. Vi påvirkes av teknologien både i arbeid og fritid, som barn, ungdom, voksen og eldre. Alle yrker og profesjoner er avhengig av teknologi i sitt arbeid. Universell utforming tar hensyn til bredden av brukere, og er i likhet med helse, miljø og sikkerhet, HMS, nødvendig i ingeniørprofesjonen. Teknologien kan brukes både på gode og mindre gode måter. Dette krever bevisste ingeniører. Ingeniøren har en viktig rolle i samfunnet, et etisk ansvar og et stort samfunnsansvar. De ingeniørene som utdannes skal ha en forståelse for rollen de har i samfunnet.*

**LU-K-4:** Kandidaten kjenner til forsknings- og utviklingsarbeid innenfor eget fagfelt, samt relevante metoder og arbeidsmåter innenfor ingeniørfaget.

*Samfunnet er i kontinuerlig utvikling og forskning er av betydning for denne prosessen. Studietiden er en sentral del av et menneskes liv der verdier formes og utvikles. Kritisk, reflektert og bevisst tenkning stimuleres gjennom forskningsforankring i studiene samt kunnskap om vitenskapelig metode og arbeidsmåter innen ingeniørfaget. Bruk av algoritmer og matematiske beregninger med datamaskiner er sentralt. Studenter som blir trukket med i forskning og utviklingsarbeid under studiet får en bedre forståelse av forsknings- og utviklingsarbeid.*

**LU-K-5:** Kandidaten kan oppdatere sin kunnskap innenfor fagfeltet, både gjennom informasjonsinnhenting og kontakt med fagmiljøer og praksis.

*Kontinuerlig søken etter oppdatert kunnskap gjennom å oppsøke ulike kilder, både teori og praksis, er essensielt for å utøve ingeniørprofesjonen. Å kunne søke etter kunnskap - livslang læring - er en viktig kvalifikasjon etter endt studietid.*

## **Ferdigheter**

**LU-F-1:** Kandidaten kan anvende kunnskap og relevante resultater fra forsknings- og utviklingsarbeid for å løse teoretiske, tekniske og praktiske problemstillinger innenfor ingeniørfaget og begrunne sine valg.

*Ingeniørprofesjonen består av et mangfold av ulike arbeidsoppgaver, for eksempel nytenkning, problemformulering, analyse, spesifikasjon, løsningsgenerering inkludert beregninger, evaluering, valg og rapportering. Ferdigheter til å utføre disse oppgavene må utvikles gjennom anvendelse av tilegnet kunnskap i aktive læringsprosesser og problembasert læring gjennom studietiden.*

**LU-F-2:** Kandidaten har ingeniørfaglig digital kompetanse, kan arbeide i relevante laboratorier og behersker metoder og verktøy som grunnlag for målrettet og innovativt arbeid.

*Ingeniørfag er anvendelse av realfag, teknologifag og samfunnsfag på konkrete og praktiske problemstillinger. Det har betydning både for motivasjon og læring at studentene møter både teori og praksis, og ser disse i sammenheng. Studentene må tilegne seg ferdigheter i bruk av relevante faglige metoder, verktøy og teknologiske hjelpemidler for å utøve ingeniørprofesjonen. De må kunne utvikle verktøy basert på kjente metoder. Målrettet arbeid innebærer både analytisk og strukturert arbeid.*

**LU-F-3:** Kandidaten kan identifisere, planlegge og gjennomføre ingeniørfaglige prosjekter, arbeidsoppgaver, forsøk og eksperimenter både selvstendig og i team.

*For å oppnå gode løsninger kreves samarbeid på tvers av ingeniørdisipliner og samarbeid i et bredere perspektiv. Enten oppgavene utføres i store prosjekter eller i mindre prosjekter, kreves det at ingeniøren jobber selvstendig og i team. Profesjonen innebærer en evne til å se muligheter og gjøre noe med dem (innovasjon og entreprenørskap).*

**LU-F-4:** Kandidaten kan finne, vurdere, bruke og henvide til informasjon og fagstoff og framstille dette slik at det belyser en problemstilling.

*Krav til aktiv og kritisk bruk av ulike kilder er en forutsetning for forskningsbasert utdanning, og en nødvendighet for å utdanne ansvarlige og etisk bevisste ingeniører. Kvalitetsstyring, sikkerhet og risikoanalyse er sentralt for ingeniøren i utøvelsen av profesjonen og fordrer oppøving av kritiske og analytiske evner. Ulike kilder kan være både forskningsartikler, lærebøker, hjemmesider, databaser, ressurspersoner og liknende.*

**LU-F-5:** Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon og entreprenørskap gjennom deltakelse i utvikling og realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter, systemer og/eller løsninger.

*Ingeniørkunnskap blir synlig når nye løsninger, innovasjoner, utvikles og realiseres, og nye forretningsmuligheter skapes og etableres - entreprenørskap. Fokus på miljø kan utfordre studentenes evne til nytenkning og innovasjon, og deres ferdigheter i å utvikle, vurdere og realisere produkter, systemer og løsninger i et helhetlig og samfunnsmessig perspektiv.*

### **Generell kompetanse**

**LU-G-1:** Kandidaten har innsikt i miljømessige, helsemessige, samfunnsmessige og økonomiske konsekvenser av produkter og løsninger innenfor sitt fagområde og kan sette disse i et etisk perspektiv og et livsløpsperspektiv.

*Ingeniørens arbeidsoppgaver inngår som regel som deler av en større helhet – et system. Hvordan grensene for dette systemet settes er av betydning for hvordan oppgaven løses på en best mulig måte. Med snevre systemgrenser er ofte funksjonen det eneste viktige. Med videre systemgrenser må ingeniøren også se sin løsning i relasjon til mennesker (brukere, operatører.), samfunn og miljø. Arbeid i et systemperspektiv krever at flere profesjoner må arbeide sammen i team. Fremtidens ingeniører må ha innsikt i denne helheten samtidig som de kjenner enkeltelementene i en teknologisk løsning. Rask teknologiutvikling og informasjonsflyt, gjør systemtenkning og helhetsforståelse til en sentral del av ingeniørens arbeid fremover.*

**LU-G-2:** Kandidaten kan formidle ingeniørfaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig på norsk og engelsk og kan bidra til å synliggjøre teknologiens betydning og konsekvenser.

*En forutsetning for utvikling er at kunnskap deles. Å formidle kunnskap til fagfeller og andre er viktig. Dagens globaliserte verden krever at formidlingen i mye større grad skjer på et annet språk, gjennom ulike kanaler og med forståelse for ulike kulturer. Formidlingsverktøy kan være både muntlige, skriftlige, digitale og visuelle (rapporter, forskningsartikler, populærvitenskaplig artikler, poster, kronikker, sosiale medier, dataverktøy og andre teknologiske løsninger/verktøy). Mange bedrifter opererer i et internasjonalt marked og benytter engelsk som arbeidsspråk.*

**LU-G-3:** Kandidaten kan reflektere over egen faglig utøvelse, også i team og i en tverrfaglig sammenheng, og kan tilpasse denne til den aktuelle arbeidssituasjon.

*Mange ingeniørfaglige arbeidsoppgaver krever samarbeid både på tvers av ingeniørdisipliner og tverrfaglighet i et bredere perspektiv. Dersom dette samarbeidet skal fungere godt er det nødvendig å utvikle en bevissthet om egne kunnskaper og ferdigheter, men også respekt for andre fagområder og fagpersoner.*

**LU-G-4:** Kandidaten kan bidra til utvikling av god praksis gjennom å delta i faglige diskusjoner innenfor fagområdet og dele sine kunnskaper og erfaringer med andre.

*Gode faglige kvalifikasjoner er en forutsetning for å delta i faglige diskusjoner, og for å bidra til at god praksis utvikles på en etisk og miljømessig forsvarlig måte. Dette krever trening. Å dele kunnskap og erfaringer er sentralt for utvikling av bedre faglige kvalifikasjoner.*

### **Vedlegg 3 Utdyping og konkretisering av læringsutbyttet for samfunnsfag**

Arbeidsgruppen som utarbeidet forslaget til læringsutbyttebeskrivelser for samfunnsfagene hadde representanter fra institusjonene, næringsliv og studentene. Arbeidsgruppen utarbeidet også en nærmere utdypning og konkretisering av sentrale læringselement som inngår i de enkelte læringsutbyttebeskrivelsene. Dette er ikke er førende, og institusjonene kan selv utvikle læringsutbyttebeskrivelser i samarbeid med relevant arbeidsliv og studentene.

#### **Kunnskap**

- a) Kandidaten har kunnskap om teknologiens og ingeniørens rolle i samfunnsutviklingen. Dette innebærer at kandidaten:
  - har et historisk og et fremtidsrettet perspektiv på teknologiens betydning for samfunnsutviklingen nasjonalt og internasjonalt
  - har forståelse for at menneskene utvikler teknologien og at teknologien påvirker menneskene
  - har kjennskap til teknologiens betydning for arbeidet med å løse miljø- og klimautfordringen
  
- b) Kandidaten har kunnskap om arbeidslivets spilleregler og samhandling. Dette innebærer at kandidaten:
  - har kjennskap til Helse-, Miljø og Sikkerhet (HMS) som grunnlag for en god jobbhverdag
  - har kunnskap om aktuelt regel- og avtaleverk og formålet med dette, det omfatter også arbeidstakers og arbeidsgivers plikter og rettigheter
  
- c) Kandidaten har grunnleggende kunnskaper om virksomheters organisering, verdiskaping, produktivitet og lønnsomhet. Dette innebærer at kandidaten:
  - har kjennskap til hvordan bedrifter er organisert når det gjelder konsern og forretningsenheter, samt i forhold til funksjon, marked og prosjekt
  - har kunnskap om grunnleggende ledelsesteori
  - kjenner til hvordan virksomheter skaper verdier i forhold til sine interessenter – med spesielt fokus på oppdragsgiver
  - har god kjennskap til ulike definisjoner av lønnsomhet ut fra både et bedriftsøkonomisk og et samfunnsøkonomisk perspektiv
  - har kunnskap om markedsanalyser og hvordan markedets behov for varer og tjenester påvirker etterspørsel, priser, inntekter og lønnsomhet
  
- d) Kandidaten har grunnleggende kunnskaper i bedriftsøkonomi. Dette innebærer at kandidaten:
  - har forståelse for de viktigste områdene for bedriftsøkonomi: utarbeidelse og analyse av finansregnskapet, kostnadsberegning og prisfastsettelse, grunnleggende metoder for bedriftsøkonomisk analyse og lønnsomhetsvurdering av investeringer
  
- e) Kandidaten har kunnskap om innovasjonsprosesser og entreprenørskap. Dette innebærer at kandidaten:

- har kunnskap om innovasjon og innovasjonsprosesser og hva det betyr for å møte de økende krav til endring og omstilling, både i næringsliv og forvaltning, og hvordan det gir økt verdiskaping og produktivitet
  - forstår sammenhengen mellom utvikling og forbedring av tekniske produkter og tjenester og endringer i organisasjon, ledelsesformer og samhandling i arbeidslivet
  - har grunnleggende kunnskap om entreprenørskap i eksisterende og etablerende virksomheter og hvilke organisasjons- og prosjektstrukturer som stimulerer til innovasjon og entreprenørskap
- f) Kandidaten har kunnskap om etablering og gjennomføring av prosjekter. Dette innebærer at kandidaten:
- har kunnskaper om hvordan en kan styre, organisere og lede prosjektarbeid
  - har kunnskaper om hele prosessen – fra prosjektidé, via planlegging og gjennomføring/oppfølging til evaluering og etterarbeid
  - har kjennskap til forskjellige former for team (selvstyrte-, tverrfaglige- og flerkulturelle-), forskjellige roller (prosjektleder, prosjektdeltaker, ekspert) og hvilke utfordringer dette kan innebære, samt kjennskap til gruppeprosesser, kollektivt og individuelt ansvar
  - har kunnskaper om prosjektøkonomi
  - har kjennskap til prosjektstyringsverktøy, rapportering og kommunikasjon innen prosjektarbeid (muntlig og skriftlig)

### **Ferdigheter**

- a) Kandidaten kan vurdere lønnsomhet og økonomisk risiko. Dette innebærer at kandidaten:
- kan lese og tolke regnskapsdata
  - kan beregne kostnader og fastsette priser
  - kan anvende grunnleggende teknikker i bedriftsøkonomisk analyse
  - kan vurdere lønnsomhet og økonomisk risiko ved investeringer
- b) Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon og entreprenørskap gjennom deltakelse i utvikling og realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter, systemer og/eller løsninger. Dette innebærer at kandidaten:
- behersker kreative teknikker og har en eksperimentell holdning slik at hun/han kan bidra i innovasjon og entreprenørskap i egen og andre virksomheter
  - kan se økonomiske, organisasjonsmessige og sosiale konsekvenser når han utvikler tekniske løsninger, slik at teknologien blir del av en bærekraftig og samfunnsnyttig utvikling
- c) Kandidaten kan kommunisere skriftlig og muntlig om sitt fagområde på både norsk og engelsk og bidra i tverrfaglig samarbeid og i samfunnsdebatten. Dette innebærer at kandidaten:
- har gode ferdigheter innen skriftlig og muntlig kommunikasjon, vitenskapelig skriving, rapportering og dokumentasjon, og kan bruke kilder og referanseteknikk funksjonelt og korrekt

- kan uttrykke seg overfor fagfeller og personer med annen kompetanse, ikke bare på norsk, men også på engelsk i tråd med økende krav til internasjonalisering
- kan definere mål og måloppnåelse
- kan samarbeide og kommunisere effektivt i grupper, både med fagfeller og personer med andre forutsetninger

### **Generell kompetanse**

- a) Kandidaten kan igangsette mindre prosjekter og gjennom ledelse av dem ivareta menneskelige, faglige, økonomiske, etiske og samfunnsmessige hensyn. Dette innebærer at kandidaten:
  - ser prosjektet som del av en helhet og kan anvende sin erfaring fra prosjektarbeid og prosjektledelse til gode helhetsløsninger
- b) Kandidaten kan se en tverrfaglig sammenheng mellom økonomi, ledelse, etikk, samfunn, miljø og teknologi. Dette innebærer at kandidaten:
  - har en profesjonsovergripende forståelse for teknologiens rolle, og kan innpasse dette i et tverrfaglig samarbeid
- c) Kandidaten har forståelse for betydningen av kulturell kompetanse. Dette innebærer at kandidaten:
  - er åpen for andres kultur og egenart, både norske subkulturer og internasjonale kulturforskjeller
  - har kunnskaper om de viktigste kulturforskjeller som ingeniører møter i arbeidslivet i vår del av verden og i andre verdensdeler med norsk næringslivskontakt

## **Vedlegg 4 Eksempel på læringsutbyttebeskrivelse for Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder**

Læringsutbyttebeskrivelser for ”Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder” er utarbeidet av en arbeidsgruppe med representanter fra institusjonene, næringsliv og studentene. Dette eksemplet er ikke er førende, og institusjonene kan selv utvikle læringsutbyttebeskrivelser i samarbeid med relevant arbeidsliv og studentene. I eksemplet er dette definert som et eget emne, og læringsutbytte fra både teknologifag, samfunnsfag og realfag er integrert.

### ***Kunnskap***

- a) Kandidaten har en grunnleggende forståelse for ingeniørprofesjonen og ingeniørens rolle i samfunn og arbeidsliv.
- b) Kandidaten har kunnskaper som gir grunnlag for å se teknologi både i historisk og fremtidsrettet perspektiv.
- c) Kandidaten er kjent med vitenskapelig arbeidsmetode og har basiskunnskaper om prosjekt som arbeidsform, både om organisering, gjennomføring og rapportering.
- d) Kandidaten kjenner de grunnleggende prinsippene i effektiv studieteknikk.

### ***Ferdigheter***

- a) Kandidaten kan identifisere ingeniørfaglige problemstillinger, søke nødvendig informasjon og kvalitetssikre denne som grunnlag for problemløsning.
- b) Kandidaten er kjent med grunnleggende prosesser for innovasjon og nytenkning i forbindelse med prosjektarbeid.

### ***Generell kompetanse***

- a) Kandidaten er bevisst miljømessige og etiske konsekvenser av teknologiske produkter og løsninger.
- b) Kandidaten er kjent med hvordan han kan dele sine kunnskaper og erfaringer med andre, både skriftlig og muntlig, på engelsk og norsk, og kan samarbeide i gruppe.
- c) Kandidaten er i stand til å organisere, planlegge og gjennomføre sin studietid, både individuelt og i samarbeid med andre.

## **Vedlegg 5 Eksempel på læringsutbyttebeskrivelse for Ingeniørfaglig systemtenkning**

Læringsutbyttebeskrivelser for "Ingeniørfaglig systemtenkning" er utarbeidet av en arbeidsgruppe med representanter fra institusjonene, næringsliv og studentene. Dette eksemplet er ikke er førende, og institusjonene kan selv utvikle læringsutbyttebeskrivelser i samarbeid med relevant arbeidsliv og studentene. I eksemplet er dette definert som et eget emne, og læringsutbytte fra både teknologifag, samfunnsfag og realfag er integrert.

### ***Kunnskap***

- a) Kandidaten har opparbeidet et faglig grunnlag for og forståelse av modelleringsteknikker.
- b) Kandidaten har opparbeidet et faglig grunnlag for og forståelse av livsløpsanalyser.
- c) Kandidaten har tilegnet seg nødvendige kunnskaper for systemdefinisjon, delsystemer, systemgrenser, systemanalyse, systemsyntese, strategianalyse og usikkerhetsanalyse.
- d) Kandidaten har forstått grunnleggende sammenhenger mellom tekniske enkeltelementer og systemmessig helhet.

### ***Ferdigheter:***

- a) Kandidaten har opparbeidet ferdigheter i systemmodellering.
- b) Kandidaten kan gjennomføre systemanalyse, etablere delsystemer og systemsyntese.
- c) Kandidaten kan formidle resultater av systemanalyse og –syntese.

### ***Generell kompetanse:***

- a) Kandidaten har forståelse av at tverrfaglighet er nødvendig for gode systemløsninger.
- b) Kandidaten har konsekvensforståelse (impact).
- c) Kandidaten kan formidle ingeniørfag i en systemmessig kontekst.
- d) Kandidaten har utviklet teamegenskaper.



## **Vedlegg 6 Om noen opptaksveier og tilpassede ingeniørutdanninger**

Spesiell studiekompetanse er den ordinære opptaksveien til ingeniørutdanningene. Nedenfor er de alternative opptaksveiene til ingeniørutdanningen omtalt. Disse skal tilpasses den nye rammeplanen. Institusjonene bør samarbeide slik at det skal være mulig for studentene å søke annen ingeniørutdanningsinstitusjon enn den kvalifiseringen ble tatt ved. Mobilitet skal også være mulig for studentene som er blitt tatt opp på alternativt grunnlag.

### **Forkurs for ingeniørutdanning og maritim høgskoleutdanning**

Forkurs er tilbud på videregående opplæringsnivå (nivå 3 i høringsforslaget til NKR) og ikke høyere utdanning. Forkurset er for elever<sup>3</sup> som er uten studiekompetanse eller som har generell studiekompetanse uten tilstrekkelig fordypning i matematikk og fysikk. Forkurset skal gjøre elevene i stand til å gjennomføre ingeniørutdanning med ordinært studieløp. Et komplett forkurs for en fulltidsstudent er normert til ett år. For at de som fullfører forkurset skal ha mulighet for å skifte utdanningssted etter forkurset, må gjeldende plan for forkurs følges, og felleseksamen må bestås.

En variant av forkurset er realfagkurset som er et tilbud til studenter med generell studiekompetanse og som mangler spesiell studiekompetanse. Realfagkurset har et omfang på ett semester.

Det bør legges til rette for at de elevene som ønsker å gå opp som privatister i aktuelle fag i videregående opplæring gis mulighet til det.

Forkursstudenter skal gis dokumentasjon på de kvalifikasjoner de har oppnådd ved avsluttet forkurs. Dokumentasjonen skal vise kvalifikasjonene som relateres til læringsutbytte i utdanningsprogram for studiespesialisering, programområde realfag.

Videreutvikling av forkurset med utgangspunkt i ny rammeplan bør utføres i samarbeid mellom de institusjonene som tilbyr dette. Tilbyderne må selv avgjøre hvordan tilbudet skal organiseres som heltid, deltid, voksenopplæring eller fjernundervisning. Det eksisterende samarbeidet om eksamensavviklingen gjennom et felles eksamenssekretariat opprettholdes, og tilbydere som ikke er med på opplegget anbefales å delta.

### **Fagskoleutdanning med tillegg av Matematikk (R1+R2) og Fysikk 1**

Fullført teknisk fagskole etter gammel ordning tilfredsstiller ett av de alternative opptakskravene til ingeniørutdanning. For nyere teknisk fagskoleutdanning er det et tilleggskrav om Matematikk (R1+R2) og Fysikk 1.

De med fullført fagskoleutdanning kan oppnå nødvendige læringsutbytte i matematikk og fysikk på ulike måter:

- Avlegge eksamen i tilleggsfagene i videregående skole
- Avlegge eksamen i de aktuelle emnene som valgemner, eller som tillegg til fagskoleutdanning
- Avlegge eksamen i de aktuelle fagene innen forkurset, i realfagkurset eller TRESS
- Avlegge eksamen i de aktuelle fagene i Y-veien

---

<sup>3</sup> Lowerket bruker elev om de som går på tilbud i videregående opplæring og student om de som går på et tertiært tilbud. Her brukes derfor elev.

Kjennetegn ved teknisk fagskoleutdanning:

Nasjonalt utvalg for teknisk fagskoleutdanning har i samarbeid med organisasjoner i næringslivet utarbeidet anbefalte ”rammeplaner” som ikke er bindende for de tekniske fagskoleutdanningene.

[http://www.skolenettet.no/moduler/Module\\_FrontPage.aspx?id=14590&epslanguage=NO](http://www.skolenettet.no/moduler/Module_FrontPage.aspx?id=14590&epslanguage=NO).

Utdanningene skal innholde minimum:

10 fagskolepoeng<sup>4</sup> i realfag (6 i matematikk og 4 i fysikk)

12 fagskolepoeng i kommunikasjon (9 i norsk kommunikasjon og 3 i engelsk kommunikasjon)

Den resterende fagskoleutdanningen må være relevant i en teknisk utdanning, (tekniske fag og støttefag - ledelse, økonomi eller markedsføring (LØM) eller realfag). Støttefagene kan være integrert i de tekniske fagene. Omfang må være to år som heltidsutdanninger. Utdanninger som ikke tilfredsstillende det som er nevnt ovenfor kan ikke automatisk anses å være nyere teknisk fagskoleutdanning.

For godkjent legges til grunn at de er godkjent av NOKUT etter lov om fagskoleutdanning.

[http://www.skolenettet.no/moduler/Module\\_FrontPage.aspx?id=14590&epslanguage=NO](http://www.skolenettet.no/moduler/Module_FrontPage.aspx?id=14590&epslanguage=NO)

I forbindelse med fagskoleutdanning, har Regjering og Storting uttalt at realkompetansevurdering er prinsippet for innpassing av fagskoleutdanning i høyere utdanning. Fra St.prp. nr.1 (2005-2006), side 129: ”Det kan gjevast avkorting i studietid ved vidareutdanning på universitet eller høgskole på grunnlag av fagskoleutdanning når ein student kan dokumentere å ha kompetanse jamgod med deler av fagtilbodet. Universiteta og høgskolane må vurdere korleis dette kan gjerast, slik at søkjarane veit om dei vil få fritak eller kan gjennomføre eit kortare studieløp.” Stortinget forutsetter også at det skal skje en likebehandling som er forutsigbar. For realkompetansevurdering i høyere utdanning forutsettes det at aktuell person er 25 år eller eldre.

§ 5 i rammeplanen åpner for at det kan gis fritak på grunnlag av relevant godkjent teknisk fagskoleutdanning for inntil 60 studiepoeng, uten krav om alder. Av fritaksparagrafen fremgår at det kun er fagskoleutdanning som tilfredsstillende kravene til opptak til ingeniørutdanning som kan gi fritak for deler av selve utdanningen. For andre fagskoleutdanninger må eventuelt fritak gis etter reglene om realkompetansevurdering. Institusjonene vil ha fordel av å samarbeide om lister over hvilke fagskoleutdanninger som kvalifiserer for opptak og hva de kan gi av fritak. Uten et slikt samarbeid kan Stortingets forutsetning om forutsigbarhet og likebehandling vanskelig oppfylles.

### **Treterminordningen (TRESS)**

Kvalifiseringsfagene i TRESS (treterminordningen) og Realfagskurset er identiske i læringsutbytte og har tilnærmet samme omfang.

Realfagskurset og TRESS rekrutterer fra samme gruppe av søkere. Opptakskrav til treterminordningen TRESS er generell studiekompetanse. I tillegg til tre vanlige studieår inngår

---

<sup>4</sup> Det er her brukt omfangsmålet fagskolepoeng. Dette er noe tidlig i det utkast til forskriften som innfører fagskolepoeng ennå ikke er sendt på høring. Lovendring som hjemler en slik forskrift ble vedtatt av Stortinget i desember 2010.

sommertermin(er) som har et samlet arbeidsomfang på 10-14 uker. Tilbudet starter med en sommertermin. TRESS-studentene skal ha oppnådd og dokumentert det samme læringsutbyttet som ordinære studenter innen starten av annet studieår. Kvalifiseringsfagene i matematikk og fysikk er ikke høyere utdanning. Beståtte emner i det tilrettelagte første studieåret gir 60 studiepoeng. Institusjonene skal sørge for at studentene får dokumentert hvilke kvalifikasjoner som er oppnådd i kvalifiseringsfagene. ”Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder” skal tas sammen med de andre studentene i bachelorgradsutdanningen. Fra og med annet studieår følger disse studentene ordinært opplegg.

For å legge til rette for SAK anbefales institusjonene å samarbeide om kvalifiseringsfagene og om opplegget for TRESS. Både forkurset, realfagkurset og TRESS inneholder kvalifiseringsfagene matematikk og fysikk. Disse fagene kan ha likt innhold, uavhengig av opplegg. Blant annet kan tilbudet være organisert som fleksibel utdanning.

### **Y-veien**

Tilbyderne av Y-vei må avklare hvilke fagbrev / svennebrev som er relevante (jf. § 3-3 i opptaksforskriften). Fra høringsbrevet angående rammeplanen: ”Departementet mener at det ikke skal diskrimineres mellom måten fagbrevet er oppnådd på”. Tilbyderne må derfor avklare hvordan de skal behandle dem som har fått fagbrevet via § 3-5 i opplæringsloven – praksiskandidater. Fra merknadene til rammeplanen: ”Det legges til grunn at studenter som tas opp via Y-vei jf. § 3-3 i forskrift om opptak til høyere utdanning, har bestått tekniske fag i sin yrkesfaglige utdanning som, sammen med arbeidslivspraksis, kan gi fritak for inntil 30 studiepoeng i ingeniørutdanningen.” Praksisen må være relevant, og av minst 12 måneders omfang. Omfanget av fritak må derfor vurderes individuelt og være forutsigbart. Søkere til Y-vei bør sikres en nasjonal likebehandling når det gjelder fritak.

§ 3-3 i opptaksforskriften gjelder ikke yrkesfaglige utdanninger som fører frem til yrkeskompetanse. Informasjonen som gis til søkere og planen som institusjonen fastsetter, må inneholde hva som er relevante fag- eller svennebrev.

De nødvendige kvalifikasjonene i allmennfaglige grunnlagsemner på videregående nivå i norsk, matematikk og fysikk gir ikke studiepoeng. Institusjonene skal sørge for at studentene får dokumentert hvilke kvalifikasjoner som er oppnådd i kvalifiseringsfagene norsk, matematikk og fysikk.

### **Hvordan kan kvalifiseringen i matematikk og fysikk oppfylles**

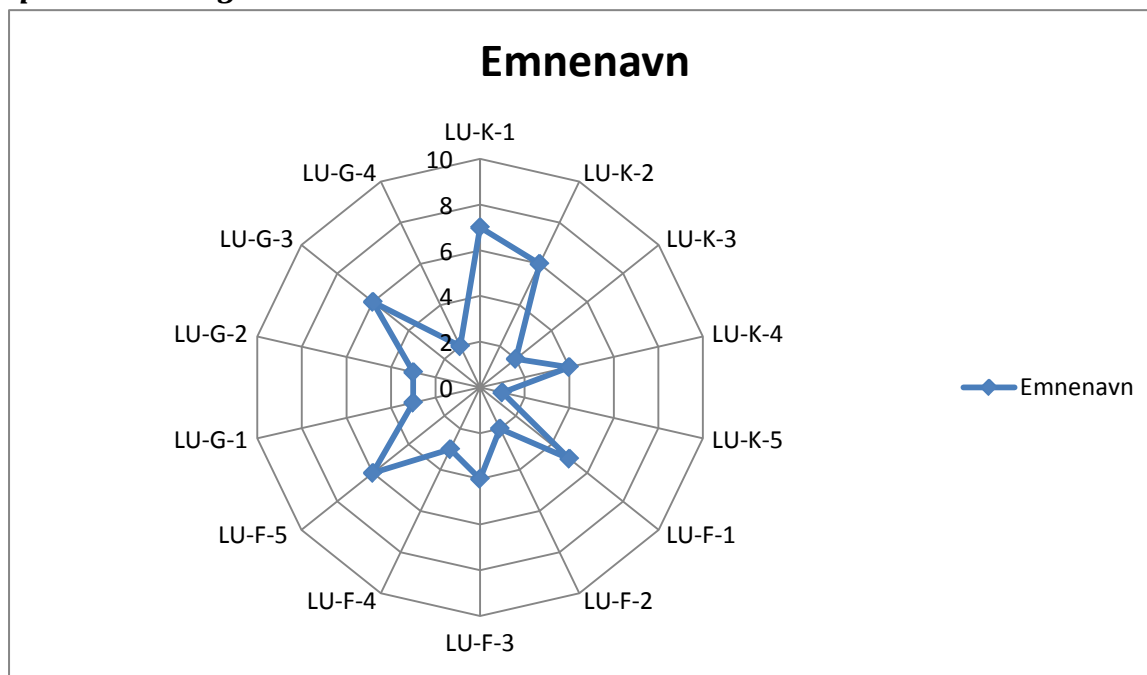
Kravet til matematikk og fysikk i ordinært opptaksgrunnlag kan oppfylles på ulike måter:

- avlegge eksamen i Matematikk (R1+R2) og Fysikk 1 i videregående skole
- avlegge eksamen i de aktuelle emnene som valgemner, eller som tillegg til fagskoleutdanning
- avlegge eksamen i de aktuelle fagene innen forkurset, i realfagkurset eller TRESS
- avlegge eksamen i de aktuelle fagene i Y-veien.

## Vedlegg 7 Eksempel på verktøy – Spindelvevsdiagram og matrise

Et emnes vektlegging av læringsutbytte kan visualiseres i et spindelvevsdiagram. Til dette kan et Excel basert diagram eller tilsvarende brukes.

### Spindelvevsdiagram



### Matrise

Et annet nyttig verktøy er en matrisefremstilling. Kvalifikasjonene kan settes langs en akse og emner/emnegrupper langs den andre aksene. Det angis her hvordan hvert enkelt emne tilfredsstiller læringsutbytte.

	Emne xx	Emne yy	Emne zz	.....	.....	.....	Emne ww
LU-K-1	X		X				X
LU-K-2		X	X				X
LU-K-3	X	X	X				X
LU-K-4		X					X
LU-K-5	X						X
LU-F-1	X		X				X
LU-F-2	X						X
LU-F-3	X						X
LU-F-4			X				X
LU-F-5		X					X
LU-G-1	X						X
LU-G-2			X				X
LU-G-3	X	X					X
LU-G-4		X	X				X

## Vedlegg 8 Referanser, litteratur, offentlige nasjonale dokumenter og internettsider

- NOKUT (2008): Evaluering av ingeniørutdanningen: <http://nokut.no/no/Norsk-utdanning/Kvalitetsutvikling-gjennom-utredning-evaluering-og-analyse/Evaluering-for-a-bedomme-kvalitet/Avsluttede-evalueringer/Evaluering-av-ingeniorutdanning>
- NOKUT: Forskrift om tilsyn med utdanningskvaliteten i høyere utdanning (tilsynsforskriften): [http://www.nokut.no/Documents/NOKUT/Artikkelbibliotek/Norsk\\_utdanning/Forskrifter\\_Kriterier\\_mm/Forskrift\\_om\\_tilsyn\\_med\\_utdanningskvaliteten\\_i\\_h%c3%b8yere\\_utdanning.pdf](http://www.nokut.no/Documents/NOKUT/Artikkelbibliotek/Norsk_utdanning/Forskrifter_Kriterier_mm/Forskrift_om_tilsyn_med_utdanningskvaliteten_i_h%c3%b8yere_utdanning.pdf)
- Mandat for Rammeplanutvalg og arbeidsgrupper: <http://www.hio.no/Enheter/Ny-rammeplan-for-ingenioerutdanningen/Mandat>
- Bakgrunn for revidert forskrift til rammeplan for ingeniørutdanning. Rammeplanarbeidet - prosess og beslutningsgrunnlag. 15. juni 2010: <http://hio.no/Media/Files/Rammeplan-prosess-og-beslutningsgrunnlag>
- Det nasjonale kvalifikasjonsrammeverket for høyere utdanning: [http://www.regjeringen.no/upload/KD/Hoeringsdok/2010/200905741/UH\\_Kvalifikasjonsrammeverket.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/KD/Hoeringsdok/2010/200905741/UH_Kvalifikasjonsrammeverket.pdf)
- Handlingsplan for entreprenørskap: [http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/rapporter\\_planer/planer/2009/handlingsplan-for-entreprenorskap-i-utda.html?id=575005](http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/rapporter_planer/planer/2009/handlingsplan-for-entreprenorskap-i-utda.html?id=575005)
- Stortingsmelding nr 30 (2008-2009): Klima for forskning: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/regpubl/stmeld/2008-2009/stmeld-nr-30-2008-2009-.html>
- Stortingsmelding nr 44 (2008-2009): Utdanningslinja: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/regpubl/stmeld/2008-2009/stmeld-nr-44-2008-2009-.html>
- Stortingsmelding nr 16 (2006-2007) ...og ingen sto igjen - Tidlig innsats for livslang læring: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/regpubl/stmeld/2006-2007/stmeld-nr-16-2006-2007-.html?id=441395>
- NOU 2000:14 Frihet med ansvar: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/regpubl/stmeld/2006-2007/stmeld-nr-16-2006-2007-.html>
- From Berlin to Bergen and beyond: [www.bologna-bergen2005.no/](http://www.bologna-bergen2005.no/)
- Dublin deskriptorene: [www.jointquality.nl/content/descriptors/CompletesetDublinDescriptors.doc](http://www.jointquality.nl/content/descriptors/CompletesetDublinDescriptors.doc)
- Det europeiske kvalifikasjonsrammeverket: [http://ec.europa.eu/education/pub/pdf/general/eqf/leaflet\\_da.pdf](http://ec.europa.eu/education/pub/pdf/general/eqf/leaflet_da.pdf)
- Enhancing creativity and innovation, including entrepreneurship, at all levels of education and training – EU 2010: [http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc/report09/chapter4\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc/report09/chapter4_en.pdf)
- Grønmo, Liv Sissel, Onstad, Torgeir og Pedersen, Ida Friestad (2010): Matematikk i motvind, TIMSS Advanced 2008 i videregående skole. Oslo. Unipub.
- European Accreditation of Engineering Programmes (EUR-ACE): Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes: [http://www.feani.org/webfeani/EUR\\_ACE/eur-ace%202/P1%20EUR-ACE\\_Framework%20Standards%2028.08.08.pdf](http://www.feani.org/webfeani/EUR_ACE/eur-ace%202/P1%20EUR-ACE_Framework%20Standards%2028.08.08.pdf)
- Benchmark Engineering: <http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/benchmark/statements/Engineering06.pdf>
- European Society for Engineering Education: <http://www.sefi.be/>
- Engineering Council (Storbritannia): <http://www.engc.org.uk>
- Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) (USA): <http://www.abet.org>