

Nasjonale retningslinjer for ingeniørutdanning

For «Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning» fastsatt 18. mai 2018





Innholdsfortegnelse

Forord.....	4
DEL 1 – Innledning til retningslinjene	5
1.1 Om de nasjonale retningslinjenes innhold	5
1.2 Endringer i forskrift om rammeplan av 2018	7
1.3 Retningslinjenes status.....	7
1.4 Utvikling og faglig ansvar for retningslinjene	8
1.5 Ingeniørutdanning i en samfunnskontekst	9
1.6 Utdanningsfaglig kompetanse og fokus på undervisning, læring og vurdering	10
DEL 2 - Kjennetegn, indikatorer og utdyping av læringsutbytte	15
2 Kjennetegn og indikatorer for ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet	15
2.1 Kjennetegn	15
2.2 Indikatorer	17
3 Nasjonale rammer for ingeniørutdanning	20
3.1 Læringsutbytte for bachelor i ingeniørfag.....	20
3.2 Utdyping av læringsutbytte	22
3.2.1 Matematikk og statistikk	22
3.2.2 Fysikk og kjemi	24
3.2.2.1 Fysikk.....	24
3.2.2.2 Kjemi.....	25
3.2.3 IKT, programmering og IKT-sikkerhet.....	26
3.2.3.1 Programmering	26
3.2.3.2 IKT-sikkerhet	27
3.2.4 Samfunnsfaglige tema i ingeniørutdanning	28
3.2.5 Ingeniørfaglig systemtenkning	30
3.2.6 Ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder	32
3.3 Bacheloroppgaven	33
3.4 Arbeidsrelevans og praksis.....	34
3.5 Internasjonalisering og internasjonal kompetanse	36
3.6 Forsknings- og utviklingsbasert profesjonsutdanning.....	38
DEL 3 – Utdypende informasjon.....	40
4 Utdypende informasjon.....	40
4.1 Nasjonale og internasjonale trender i utdanning og ingeniørutdanning	43
4.2 Et internasjonalt blikk på kvalitet i ingeniørutdanning	45
4.3 Opptak til bachelor i ingeniørfag og overgang til masterstudier	45
4.3.1 Opptak til bachelor i ingeniørfag	45
4.3.2 Overgang til masterstudier	46
4.4 Karakterbeskrivelser for sensur av bacheloroppgaver i ingeniørfag	46
DEL 4 – Vedlegg, referanser og nyttige lenker	50

5.1	Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning – Norsk versjon	50
5.2	Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning – Engelsk versjon.....	54
5.3	Forslag til hvordan læringsutbyttebeskrivelsene i forskriften kan tolkes	58
5.4	Læringsutbyttebeskrivelser for fagfelt	62
5.4.1	Læringsutbyttebeskrivelse for bygg	62
5.4.2	Læringsutbyttebeskrivelse for data	64
5.4.3	Læringsutbyttebeskrivelse for elektro	66
5.4.4	Læringsutbyttebeskrivelse for kjemi.....	67
5.4.5	Læringsutbyttebeskrivelse for maskin.....	69
5.5	Overgang til mastergradsstudier og vilkår for bruk av tilleggsbetegnelsen sivilingeniør (siv.ing.) på vitnemål	70
6	Referanser, litteratur og nyttige lenker	74

Forord

Med bakgrunn i resultatene fra NOKUTs evaluering av norsk ingeniørutdanning i 2008 og i tillegg kravet om implementering av nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk innen utgangen av 2012, igangsatte Kunnskapsdepartementet (KD) et arbeid for å revidere rammeplan for ingeniørutdanning. Det ble nedsatt et rammeplanutvalg som fremmet et forslag. Dette var første gang rammeplanen ble utformet som en forskrift med merknader og krav om tilhørende nasjonale retningslinjer inkludert indikatorer for hva som kjennetegner ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet. Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning i tråd med [nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for høyere utdanning](#) ble fastsatt av KD 3. februar 2011. I 2016 initierte Universitets- og Høgskolerådet (UHR) sin fagstrategiske enhet for matematikk, naturvitenskap og teknologi (UHR-MNT) en evaluering av implementering av rammeplanen av 3. februar 2011. På bakgrunn av resultatene fra evalueringen ble en ny [forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning fastsatt i mai 2018](#).

Forskriften definerer de nasjonale rammene for norsk ingeniørutdanning, mens de nasjonale retningslinjene skal gi støtte og inspirasjon til å oppfylle forskriftens krav, og sammen med forskriften legge en nasjonal standard for ingeniørutdanning. Målgruppen for retningslinjene er ledere og fagansatte i ingeniørutdanningene.

I grunnskolen har det pågått et arbeid med å fornye alle læreplaner for å gjøre dem mer relevante for framtiden. Det samme behovet gjelder for høyere utdanning. Universiteter og høyskoler utdanner mennesker *«som skal ansettes i jobber som enda ikke finnes, jobbe med teknologier som enda ikke er oppfunnet og løse problemer vi enda ikke vet vil oppstå»* (Norges største arbeidsgiverforening for kunnskaps- og teknologibedrifter, Abelia). Forskrift om rammeplan og de nasjonale retningslinjene gir rammer og rom for institusjonenes arbeid med kontinuerlig kvalitetsutvikling av relevante ingeniørutdanninger av høy internasjonal kvalitet.

De nasjonale retningslinjene er blitt til gjennom en prosess i regi av og er vedtatt av UHR-MNT. Det er også UHR-MNT med sine ulike enheter som bidrar til utvikling og revisjon av retningslinjene ved behov.

Oslo, 2020

UHR-Matematikk, Naturvitenskap og Teknologi.

DEL 1 – Innledning til retningslinjene

1.1 Om de nasjonale retningslinjenes innhold

Virkeområdet for *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning* er universiteter og høyskoler som gir ingeniørutdanning, og som er akkreditert etter lov om universiteter og høyskoler (kap. 5.1). Forskriften definerer de nasjonale rammene for 3-årig bachelorgrad i ingeniørfag, og stiller krav om at det utarbeides tilhørende nasjonale retningslinjer.

Visjonen under ble laget i forbindelse med etablering av forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning og nasjonale retningslinjer i 2011, og gjelder fortsatt.

Visjon:

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

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 både være god til å arbeide selvstendig og til å arbeide i team – 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!

Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning skal ifølge § 1 Virkeområde og formål sikre at:

- Utdanningsinstitusjonene tilbyr en profesjonsrettet, integrert og forskningsbasert ingeniørutdanning med høy faglig kvalitet
- Norsk ingeniørutdanning anerkjennes nasjonalt og internasjonalt som en kvalitativ god teknisk profesjonsutdanning i 1. syklus i høyere utdanning
- Utdanningene forholder seg til de standarder og kriterier som gjelder for ingeniørutdanning, og imøtekommer samfunnets nåværende og framtidige krav til ingeniører
- Utdanningen har et internasjonalt perspektiv og at kandidatene kan fungere i et internasjonalt arbeidsmiljø

Ingeniørutdanningen er en integrert utdanning der enkeltelementer i utdanningen samlet sett skal utgjøre en helhet (fig. 1). Teknologiske, realfaglige og samfunnsfaglige temaer skal integreres og ses i sammenheng, og det skal tilrettelegges for å ivareta samspillet mellom teknologi, samfunn, etikk og miljø. Utdanningen skal tilrettelegges slik at det skaper motivasjon, nysgjerrighet og ikke minst et helhetlig syn på ingeniørfaglige problemstillinger. Studentene skal se nytten av de enkelte elementene i utdanningen, helheten i denne og mulighetene utdanningen gir for å bidra i samfunnsutviklingen. Ved siden av analytisk tenkning, blant annet det å kunne bruke matematikk som analyseverktøy og se sammenhenger matematisk, er systemanalyse og systemsyntese grunnleggende krav fra næringslivet til dagens og fremtidens ingeniører. Digital kompetanse er en forutsetning i dagens arbeidsmarked, og utdanningene må være i kontinuerlig utvikling slik at kompetansen er arbeidslivsrelevant. Utdanningen skal bidra til at studentene opplever selvrealisering og selvutvikling. I figur 1 er innholdet i ingeniørutdanningen visualisert ved et japansk bonsai-tre. I filosofien bak bonsai-treet ligger verdier som rettferdighet, klokskap, hjertevarme og hensynsfullhet, og dyrking av treet krever nøyaktighet, innsats over lengre tid og høy kvalitet. Samlet utgjør dette gode ingeniøregenskaper.



Figur 1. Elementene i ingeniørutdanning etter forskrift om rammeplan av 18.05.2018.

De nasjonale retningslinjene skal sammen med forskriften bidra til en nasjonalt koordinert og gjenkjennerbar ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet. Retningslinjene er bygd opp av fire hoveddeler. I del 1 beskrives mål og bakgrunn for retningslinjene. Det er også redegjort for de nasjonale fagorganenes ansvar i utvikling og vedlikehold av retningslinjene. I del 2 er det en utdyping av læringsutbytte innenfor matematikk, statistikk, fysikk, kjemi, programmering, IKT-sikkerhet og samfunnsfag. Dette er alle områder der det er ønskelig med nasjonal koordinering. Det er også laget eksempler på læringsutbyttebeskrivelser for systemtenkning og ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder som i henhold til forskriften skal inngå i ingeniørfaglig basis. Del 2 inneholder også kjennetegn og indikatorer for ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet til bruk som sjekklister i kvalitetsutvikling av ingeniørprogrammene. Del 3 gir et internasjonalt blikk på kvalitet i ingeniørutdanning og inneholder informasjon om trender både nasjonalt og internasjonalt. Opptak til ingeniørutdanning og krav ved overgang til master er beskrevet. Denne delen inneholder også karakterbeskrivelser og vurderingskriterier for sensur av bacheloroppgaven utarbeidet av Nasjonalt råd for teknologisk utdanning (nå UHR-MNT) som del av arbeidet med en felles forståelse og bruk av karakterskalaen. Del 4 inneholder vedlegg, referanser og lenker til støtte og hjelp i arbeidet med utdanningene. Som vedlegg til retningslinjene finnes:

- *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning* av 18.05.2018 på norsk og engelsk
- Forslag til hvordan læringsutbyttebeskrivelsene for bachelor i ingeniørfag kan tolkes
- Læringsutbyttebeskrivelser for fagfeltene bygg, data, elektro, kjemi og maskin
- Retningslinjer for overgang til master og vilkår for bruk av tilleggsbetegnelsen sivilingeniør (siv.ing.) på vitnemålet

1.2 Endringer i forskrift om rammeplan av 2018

Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning fastsatt 03.02.2011 hadde merknader. I forskrift om rammeplan av 18.05.2018 er disse dels tatt inn i forskriften og dels inn i de nasjonale retningslinjene. Det finnes derfor ikke merknader til den nye forskriften.

Følgende endringer er gjort i ny forskrift om rammeplan:

- **Læringsutbytte for bachelor i ingeniørfag (§ 2 i forskriften)**
Det er lagt til læringsutbyttebeskrivelser for IKT og IKT-sikkerhet (LU-F-2, LU-F-3 og LU-G-2, kap. 3.1)
- **Minste emnestørrelse (§ 3 i forskriften)**
Minste emnestørrelse er endret fra «*minimum 10 studiepoeng*» til at hvert emne skal være på «*minimum 5 studiepoeng, og at antall studiepoeng i et emne skal være delelig med 2,5*».
- **Betegnelsene på gruppene i § 3 i forskriften**
Navn på gruppene i § 3 i forskriften er endret for å synliggjøre at det er samlet antall studiepoeng og innhold som er viktig, ikke antall emner. For eksempel er begrepet «*fellesemner*» erstattet med «*Ingeniørfaglig basis*».
- **Programfaglig basis, teknisk spesialisering og valgfrie emner (§ 3 i forskriften)**
For å gi økt fleksibilitet er omfanget av disse gruppene endret fra å være et fast antall studiepoeng til et intervall.
- **Bacheloroppgaven (§ 3 i forskriften)**
For å gi økt fleksibilitet er omfanget av bacheloroppgaven endret fra «*20 studiepoeng*» til «*minimum 20 studiepoeng*».
- **Fritaksbestemmelser (§ 5 i forskriften).**
For både Y-vei og overgang fra 2-årig fagskole i tekniske fag, er det ikke lenger begrensninger når det gjelder i hvilke av gruppene § 3 i forskriften det kan gis fritak.
- **Læringsutbyttebeskrivelsene for fagfeltene bygg, data, elektro, kjemi og maskin**
Læringsutbyttebeskrivelsene for de nevnte fagfeltene har endret status fra førende til å fungere som forslag. De er i den forbindelse plassert som vedlegg til retningslinjene.

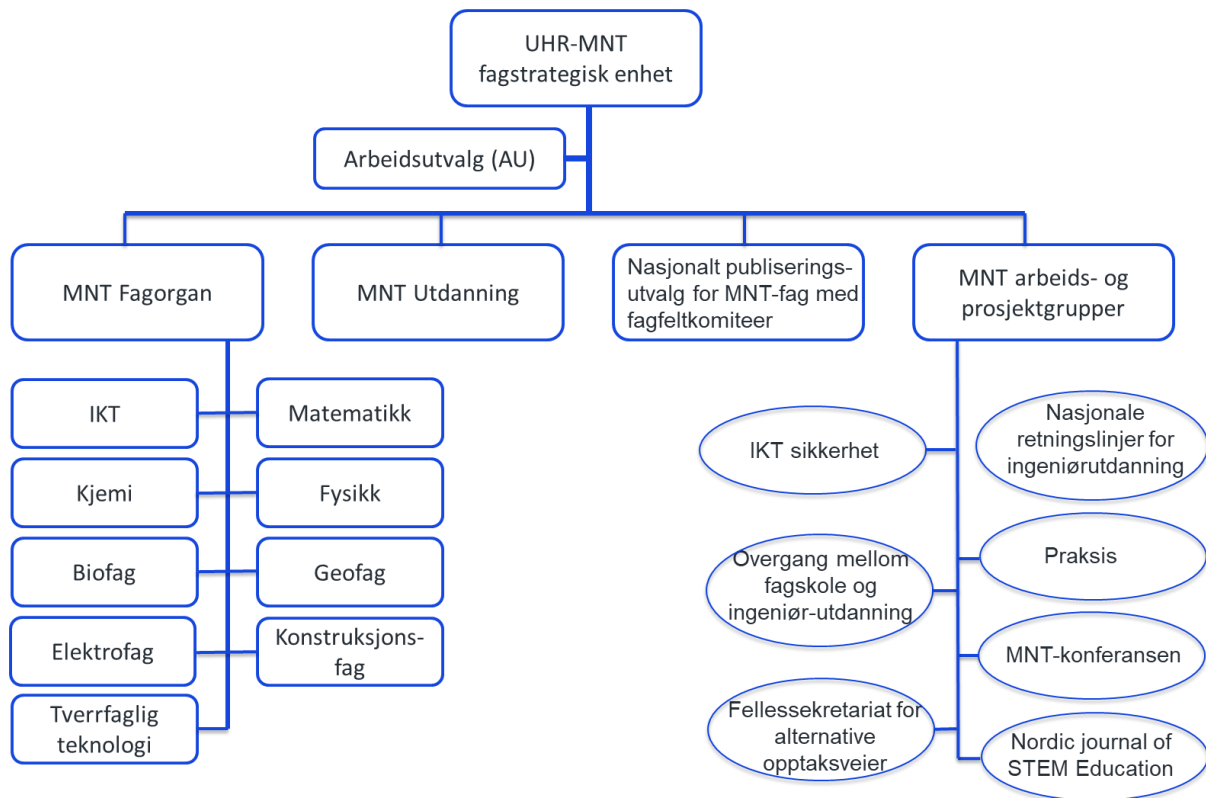
Ingeniørutdanning gis i dag ved 9 institusjoner, mot 17 i 2011 (kap. 1.5). Ved fusjonerte institusjoner har det pågått prosesser for samordning av ingeniørprogrammene med mål om å få en tydelig ingeniørutdanning og tilrettelegge for en enhetlig praksis i gjennomføring slik at alle studenter uansett campus og studieprogram får samme muligheter og stilles overfor samme krav. Gjennom samordning legges det et fundament for framtidig samarbeid mellom de tidligere ingeniørutdanningene som vil gi økt kvalitet og robusthet.

1.3 Retningslinjenes status

Kravene til norsk ingeniørutdanning er nedfelt i *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning*. Anbefalt praksis for å tilfredsstille kravene fremgår av del 2 og 3 av retningslinjene. I en integrert utdanning der mange ulike fag og temaer inngår kan omfang og nivå på hvert av disse oppleves som omfattende og krevende å oppnå. Det er her nødvendig å se de faglige kravene i en sammenheng der målet er helhet og nivå for det enkelte studieprogram og mest mulig integrert læring. Retningslinjene er ment som et hjelpemiddel ved de avveininger institusjonsledere, fakultetsledere og studieprogramledere må gjøre for å oppfylle forskrifter og krav som gjelder ingeniørutdanning spesielt og høyere utdanning generelt, for å tilby en integrert og helhetlig utdanning av høy internasjonal kvalitet. Læringsutbyttebeskrivelser som inngår i retningslinjene må ses i forhold til det aktuelle program og benyttes og eventuelt omformuleres slik at de bidrar til å oppnå integrasjon, helhet og faglig kvalitet i programmet. Omfang og eventuelt antall studiepoeng må også vurderes i forhold til det aktuelle programmet.

1.4 Utvikling og faglig ansvar for retningslinjene

UHR-Matematikk, Naturvitenskap og Teknologi (UHR-MNT) er Universitets- og Høgskolerådets fagstrategiske enhet for MNT-fag (<https://www.uhr.no/strategiske-enheter/fagstrategiske-enheter/uhr-matematikk-naturvitenskap-og-teknologi/>). Enheten erstatter de to tidligere enhetene *Nasjonalt råd for teknologisk utdanning* (NRT) og *Nasjonalt fakultetsmøte for realfag* (NFmR). UHR-MNT har et arbeidsutvalg, et administrativt utvalg (MNT-Utdanning), publiseringskomiteer og arbeidsgrupper og har opprettet nasjonale fagorgan som innenfor avgrensede fagområder skal ivareta institusjonenes behov for faglig og administrativ utvikling, erfaringsdeling, samordning og nasjonal koordinering (figur 2).



Figur 2 Organisering av UHRs fagstrategiske enhet for MNT-fag (UHR-MNT).

UHR-MNT har overordnet ansvar for oppdatering og videreutvikling av de nasjonale retningslinjene. Nasjonale fagorgan under UHR-MNT som er tildelt ansvar for å bidra i arbeidet med oppdatering og videreutvikling av de nasjonale retningslinjer er vist i tabell 1. I tillegg har *Fellessekretariatet for alternative opptaksveier* ansvar for oppdatering og videreutvikling av alternative opptaksveier og tilpassede ingeniørutdanninger. Dette innbefatter forkurs for ingeniørutdanning, realfagskurs, 3-semesterordning (TRES), Y-vei og overgang fra fagskole i tekniske fag. Dokumentene finnes samlet på [UHR-MNTs nettside](#).

Tabell 1. Nasjonale fagorgan under UHR-MNT med et spesielt ansvar for oppdatering og videreutvikling av de nasjonale retningslinjene til *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning* av mai 2018.

Nasjonale fagorgan under UHR-MNT	Ansvarsområder i retningslinjene
Elektrofag	Vedlegg 5.4.3: Læringsutbyttebeskrivelse for elektro
Konstruksjonsfag	Vedlegg 5.4.1: Læringsutbyttebeskrivelse for bygg Vedlegg 5.4.5: Læringsutbyttebeskrivelse for maskin
Matematikk	Kapittel 3.2.1: Matematikk og statistikk
IKT	Kapittel 3.2.3: IKT, programmering og IKT-sikkerhet Kapittel 3.2.3.1: Programmering Kapittel 3.2.3.2: IKT-sikkerhet Vedlegg 5.4.2: Læringsutbyttebeskrivelse for data
Kjemi	Kapittel 3.2.2 Fysikk og kjemi Kapittel 3.2.2.2: Kjemi Vedlegg 5.4.4: Læringsutbyttebeskrivelse for kjemi
Fysikk	Kapittel 3.2.2 Fysikk og kjemi Kapittel 3.2.2.1: Fysikk
Tverrfaglig teknologi	Kapittel 3.2.4: Samfunnsfaglige tema i ingeniørutdanning Kapittel 3.2.5 Ingeniørfaglig systemtenkning Kapittel 3.2.6 Ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder

1.5 Ingeniørutdanning i en samfunnskontekst

[Tilstandsrapporten for høyere utdanning 2019](#) beskriver situasjonen i sektoren og utviklingen fra år til år på en systematisk måte. Ifølge database for høyere utdanning og data til sektoranalysen var det i 2019 totalt 21 statlige og 16 private institusjoner med bevilgning fra KD. Av disse hadde 6 universiteter, 2 statlige høyskoler samt forsvarrets høgskole tilbud om ingeniørutdanning. Dette er en stor endring fra 2012 da 3 universiteter og 14 statlige høyskoler, totalt 17 institusjoner, hadde ingeniørutdanning. Strukturreformen som ble lansert i 2015, har bidratt til en rekke fusjoner i sektoren og flere større flercampus-institusjoner. Antall studiesteder med ingeniørutdanning er imidlertid ikke vesentlig endret. Ved de fusjonerte institusjonene foregår samordning av ingeniørutdanningene, som har gitt viktige bidrag til utvikling av de foreliggende retningslinjene. De institusjonene som har ingeniørutdanning er: Høgskolen i Østfold, Universitetet i Sørøst-Norge, OsloMet Storbyuniversitet, Universitetet i Agder, Universitetet i Stavanger, Høgskulen på Vestlandet, NTNU, UiT Norges arktiske universitet og Forsvarets høgskole.

Langtidsplanen for forskning og høyere utdanning 2019-2028 poengterer at realister og teknologer må trenes i refleksjon og evne å sette eget fag i en samfunnsmessig sammenheng. Det å sette fagfeltet i en samfunnsrelevant kontekst kan også virke motiverende for studenter. Unge engasjerte mennesker kan realisere seg selv gjennom ingeniørfaget. Dette er det viktig å bevisstgjøre studentene på, både i forbindelse med rekruttering, og under studiene, gjennom eksempler og oppgaver. Systemtenkning og helhetsforståelse er grunnmuren for bærekraftig utvikling, og også viktige elementer i ingeniørutdanningen. Studieprogrammene må med sitt innhold, og undervisnings-, lærings- og vurderingsformer bidra til at studentene utvikler helhetsforståelse og blir bevisst systemene løsninger inngår i.

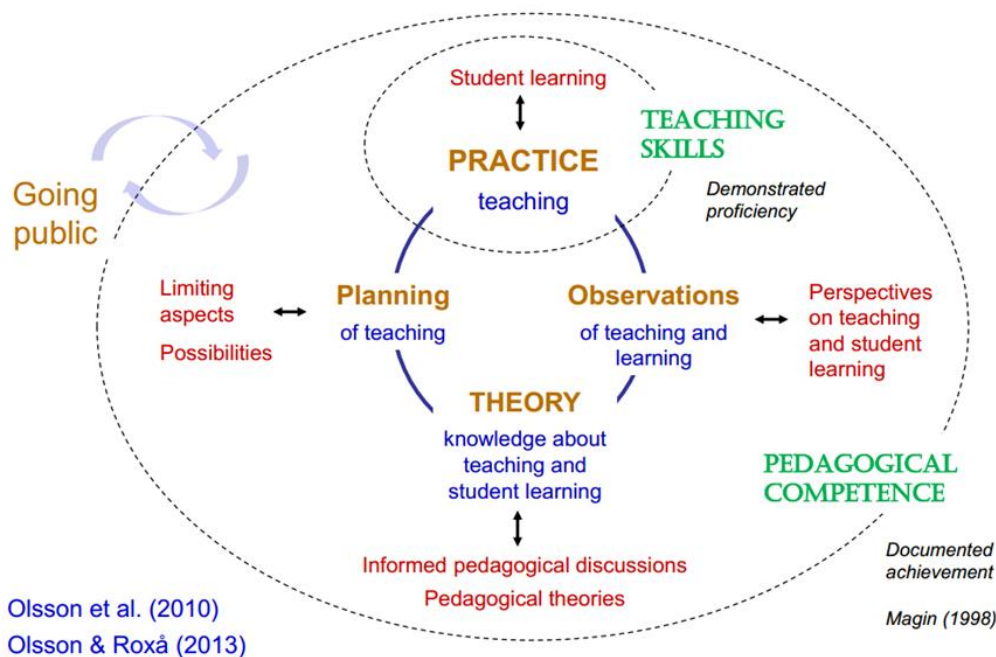


Figur 3. FNs 17 bærekraftsmål (<https://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal>).

FNs bærekraftsmål er verdens felles arbeidsplan for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030. Det er mulig å se alle mål og delmål, laste ned grafikken og finne lenker til videre lesing på <https://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal>.

1.6 Utdanningsfaglig kompetanse og fokus på undervisning, læring og vurdering

Dette kapitlet gir et innblikk i aktuell kunnskap og informasjon om arbeid med utdanningsfaglig kompetanse, studentaktiv undervisning, læring og vurdering. UHR-MNT jobber aktivt med å videreutvikle en vitenskapelig tilnærming til undervisning og læring i teknologi og realfag. Dette arbeidet er beskrevet nærmere av Jakobsen og Andersson (2015); <https://www.idunn.no/uniped/2015/04/>. Den internasjonale betegnelsen for dette er Scholarship of Teaching and Learning (SoTL). Bevisst gjennomføring er kjernen i utvikling av pedagogisk kompetanse knyttet til en SoTL-tilnærming. Figur 4 viser en modell for pedagogisk kompetanse basert på SoTL-tilnærmingen. Praksis følges av observasjoner, baseres på teori og planlegges basert på kontinuerlig utvikling av kunnskap, samt deles og utvikles videre i dialog og samspill, på samme måte som kunnskapsutvikling innen forskning.



Figur 4: Pedagogisk kompetanse, en SoTL-modell (Scholarship of Teaching and Learning) [Olsson & Roxå 2013]

Utdanningsfaglig kompetanse skal bidra til å styrke kvaliteten på undervisningen i høyere utdanning, og innebærer bevisst arbeid med utvikling av undervisning og veiledning, som planlegging, gjennomføring, vurdering, evaluering og kvalitetsutvikling over tid. Deltakelse i utvikling av utdanningskvalitet ved egen institusjon og/eller i fagfellesskap er viktig for å opparbeide utdanningsfaglig kompetanse. En vitenskapelig tilnærming til undervisning og læring, SoTL, er nyttig for utvikling av utdanningsfaglig kompetanse.

UHR-MNT har blant annet etablert [MNT-konferansen](#) og tidsskriftet [Nordic Journal of STEM Education](#) som arenaer for å dokumentere og dele arbeid med utvikling av undervisning og læring. I konferansens artikkelsamlinger og i tidsskriftet finnes mange eksempler til inspirasjon i arbeidet med å utvikle undervisning og læring (se tidsskriftets nettside).

I [Meld. St. 16 \(2016-2017\) Kultur for kvalitet i høyere utdanning](#) varslet regjeringen at den vil arbeide for at utdanningsfaglig kompetanse skal verdsettes høyere, og at utdanningsfaglig kompetanse og undervisningserfaring i større grad skal vektlegges ved ansettelser og opprykk. Som del av dette lå et krav til UH-institusjonene om at de senest våren 2019 etablerte pedagogiske [Meritteringsordninger](#). Dette har også ført til [endringer](#) i *Forskrift om ansettelse og opprykk i undervisnings- og forskerstillinger*.

Digital kompetanse inngår som en del av den utdanningsfaglige kompetansen. Ifølge Meld. St. 16 (2016-2017) er regjeringens forventning at fagmiljøene i større grad bruker undervisningsformer der studentene har en aktiv rolle, og at det brukes digitale hjelpemidler og ny teknologi der det er hensiktsmessig eller mulig. [Digitaliseringsstrategi for universitets- og høyskolesektoren 2017-2021](#) beskriver en rekke målbilder som angir en retning og er styrende for utvikling av delstrategier og gjennomføring av tiltak. For studenten er dette målbildet:

- Studenten møter et akademisk fellesskap av ansatte og studenter der digitale muligheter utnyttes i aktiviserende og varierte lærings- og vurderingsformer som skaper best mulig læringsutbytte, og gir de faglige og digitale kvalifikasjonene studentene skal tilegne seg i det enkelte studieprogrammet.
- Studenten får ta del i forskningsprosjekter (forskningsbasert undervisning), og får opplæring i bruk av forskningsverktøy for å kunne delta i og bidra direkte til forskningen.

- Studenten gis mulighet til å utvikle sin digitale kompetanse, får opplæring i bruk av teknologi som fremmer læring og generiske ferdigheter og bevisstgjøres etiske, juridiske og sikkerhetsmessige problemstillinger ved bruk av data og digital teknologi.
- Studenten har tilgang til et moderne, personlig læringsmiljø som legger til rette for individuelle læringsopplegg, effektivitet, samhandling og fleksibilitet i studiene.

Det tilsvarende målbildet for læreren er:

- Læreren har god digital og pedagogisk kompetanse (kunnskap om hvordan bruke digitale verktøy for å fremme læring i sitt fag), insentiver til faglig/pedagogisk utvikling av egen undervisning og tilgang til kollegiale fellesskap og støttetjenester for utvikling av studieprogram og deling av digitale læringsressurser.
- Læreren har et bredt tilbud av applikasjoner og digitale verktøy og tjenester som støtter gjennomføringen av utdanningen, fra planlegging via gjennomføring av undervisning og samspill med studenter og kolleger, internt og eksternt, til oppfølging og vurdering av studenter på individ- og gruppenivå.
- Læreren har muligheter for uttelling (i form av opprykk, kvalifisering, lønn), eller tid til å drive utvikling av utdanningsvirksomheten på grunnlag av dokumenterte resultater på utdanningsområdet.

Hvordan kan alternativer til klasseromsundervisning benyttes best, og hvordan kan ulike læringsformer kombineres? En tradisjonell forelesning kan erstattes med asynkron undervisning, hvor undervisningen spilles inn på forhånd, eller en synkron undervisning i form av en direktesendt økt. For samhandling både i større grupper, i mindre arbeidsgrupper og prosjekter, og også i mindre grupper underveis i en samhandlingsøkt, er Teams et mye brukt verktøy. Videomøter, samskrive på dokumenter, samt å bruke forskjellige programmer sammen med Teams er andre muligheter. Direktoratet for IKT og fellestjenester i høyere utdanning og forskning, UNIT, har laget en ressurside for digital utdanning; <https://www.unit.no/digital-utdanning>. Våren 2020 gikk arbeidet med digitalisering i rekordfart som et resultat av Koronavirus-pandemien.

Sentre for fremragende utdanning ([SFU](#)), er en prestisjeordning for utdanning som ble opprettet i 2010 for å gi langsiktige utviklingsmuligheter til fremragende og innovative utdanningsmiljøer (Meld. St. 4, 2018-2019). NOKUT forvaltet ordningen de første årene. Fra og med 2019 forvaltes den av [Diku](#) – Direktoratet for i internasjonalisering og kvalitetsutvikling i høgare utdanning. SFU-status tildeles miljøer som allerede kan oppvise fremragende kvalitet og innovativ praksis i utdanningen, og som har gode planer for videreutvikling og innovasjon. Et viktig krav til sentrene er formidling av oppnådde resultater og kunnskapsspredning. SFU-ene er derfor gode ressursentre for arbeid med utdanning, læring og vurdering. Senter for fremragende IT-utdanning, Excited forsker blant annet på samhandling på tvers av campus med digitalisering sentralt i dette. Der er det blant annet lagt ut tips om «Hvordan forberede og lede undervisning i disse koronatider»; <https://www.ntnu.no/web/excited/hvordan-forberede-og-lede-l%C3%A6ringsaktiviteter-i-disse-koronatider>.

NOKUT-konferansen 2020 hadde tittelen «(Re)vurdering» og handlet om vurdering for læring, og behovet for å revurdere hvordan studenters læringsutbytte vurderes. Vurdering har stor innvirkning på læring. Er skriftlig slutteksamen, som er en mye brukt vurderingsform, den beste vurderingsformen i alle tilfeller eller kan andre vurderingsformer noen ganger være mer hensiktsmessige for studentenes læring? En god vurderingspraksis motiverer og har læring som mål (Ashwin et al.2015; Biggs and Tang 2007; Boud 2000). Et innlegg av Anna Steen-Utheim omhandlet vurdering. Det ble blant annet stilt spørsmålet «Hva vet vi om tilbakemeldinger?» Det er mye interessant litteratur om vurdering og tilbakemelding, blant annet «*The development of student feedback literacy: enabling uptake of feedback*» (Carless & Boud 2018). Studentene må lære å sette pris på tilbakemeldinger, å kunne vurdere tilbakemeldinger, å kunne håndtere følelser og å kunne gjøre noe med tilbakemeldingene. Studentene må aktivt bruke tilbakemeldingene, gjennom dialog over tid og ved bruk av flere kilder for tilbakemelding, for eksempel medstudenter, lærere og teknologi, for å videreutvikle sitt arbeid. Det er en kompleks og sammensatt prosess hvor dialog, interaksjon og emosjoner er sentrale komponenter (Se for eksempel Ajjawi & Boud 2017; 2018; Carless 2012; 2015; Steen-Utheim & Wittek 2017; Steen-Utheim & Hopfenbeck 2018). UHR har en temaside om

karaktersystemet (<https://www.uhr.no/temasider/karaktersystemet/>), der blant annet en side med tittelen «Veiledende retningslinjer for sensur» inngår.

Sentralt i utvikling av utdanningsfaglig kompetanse og undervisning, læring og vurdering er dialog og erfaringsdeling. Fagmiljøene har ansvar for å bygge helhetlige studieprogram med god strukturell og faglig sammenheng og progresjon mellom studiets ulike komponenter, for eksempel mellom emner, læringsaktiviteter og vurderinger. Flere verktøy kan støtte prosessen med organisering av studieprogrammene og dialog om undervisning, læring og vurdering. Et eksempel er målmatiser som synliggjør hvordan de ulike emnene bidrar til studieprogrammet totale læringsutbytte (tabell 2).

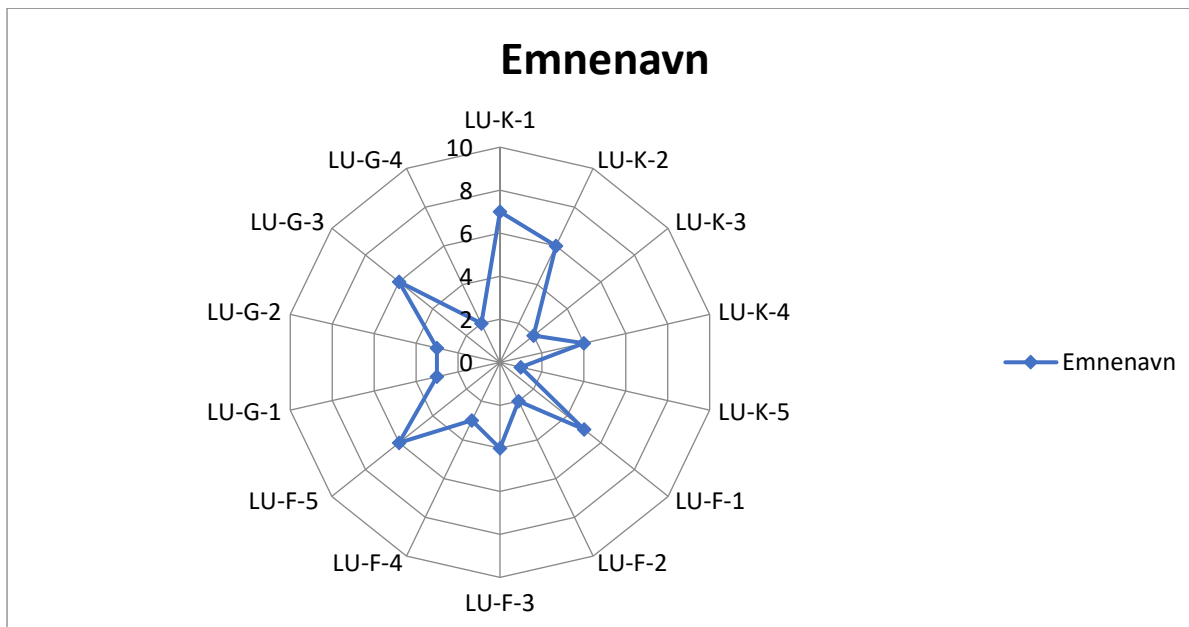
Tabell 2. Målmatiser som viser hvordan studieprogrammets samlede læringsutbytte fordeles på emner (K = Kunnskap, F = Ferdigheter og G= Generell kompetanse). Fargegraderingen er basert på en forenklet tre-nivå skala for taksonomisk nivå, basert på Bloom's taksonomi for systematisk klassifisering av kunnskap.

Kunnskap	Huske og forstå	Anvende og analysere	Vurdere og skape
Ferdigheter	Huske og forstå	Anvende og analysere	Vurdere og skape
Generell kompetanse	Huske og forstå	Anvende og analysere	Vurdere og skape

	Emner	Kunnskap					Ferdigheter						Generell kompetanse				
		K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5
STUDIEPROGRAM	Emne 1																
	Emne 2																
	Emne 3																
	Emne 4																
	Emne 5																
	Emne N																
	Emne N+1																
	Bachelor-oppgave																

For å sikre at alle kvalifikasjoner dokumenteres i emner, studieretninger og studieprogrambeskrivelser vil det være nødvendig å jobbe med delene og helheten parallelt. Institusjonen har frihet til å velge innhold, organisering og vurderingsformer for å oppnå dette. Den faglige profilen vil påvirke hvilke kvalifikasjoner som har størst vekt. Samlet må læringsutbytte for alle emner bidra til at læringsutbyttet for utdanningen, studieprogrammet og studieretningen oppnås.

En annen måte å fremstille sammenhengen mellom totalt læringsutbytte og de enkelte læringsutbyttene er spindelvevsdiagram (Figur 5). Her framkommer også i hvilken grad det enkelte læringsutbyttet bidrar til totalt læringsutbytte. Et slik spindelvevsdiagram kan settes opp for enkeltemner, men en kan også legge inn flere emner i samme figur. Figuren er laget med radardiagrammet som kan settes inn fra word.



Figur 5. Figur som viser i hvilken grad de ulike læringsutbyttebeskrivelsene bidrar til emnets totale læringsutbyttebeskrivelse.

Dialog, bevisstgjøring og visualisering i prosessen med å sette opp en målmatrix eller et spindelvevsdiagram er viktige bidrag for å oppnå helhetlige studieprogram. Ikke alle emner må bidra til både kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse. Emnene kan også bidra til det totale læringsutbyttet i ulik grad. Læringsutbyttebeskrivelser på emnenivå må formuleres på en slik måte at innhold og aktiviteter legger til rette for å oppnå dette og at kandidatene kan vurderes i forhold til om de har oppnådd læringsutbyttet.

DEL 2 - Kjennetegn, indikatorer og utdyping av læringsutbytte

2 Kjennetegn og indikatorer for ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet

Ifølge **Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning** skal det utarbeides nasjonale retningslinjer med «indikatorer for hva som kjennetegner ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet.»

Under er kjennetegn og indikatorer til bruk ved kvalitetsutvikling av ingeniørutdanningene. De er basert på elementene i figur 1. For å strukturere kjennetegnene er det skilt mellom kjennetegn ved ingeniørers kompetanse og ved innhold og struktur av utdanningen. Kjennetegn og indikatorer for en utdanning av høy internasjonal kvalitet vil endres over tid. Endringer i sektoren og arbeidslivet nasjonalt og internasjonalt sammen med erfaring fra bruk av indikatorene bør derfor bidra til en kontinuerlig utvikling av kjennetegn og indikatorer.

2.1 Kjennetegn

Kjennetegnene i de nasjonale retningslinjer til rammeplanen av 2011 ble fastsatt ut fra studier av aktuell litteratur, internasjonal ingeniørutdanning samt erfaringsdeling og diskusjon i grupper av fagpersoner fra ingeniørutdanningsinstitusjonene. En oppdatering av kjennetegnene er gjort basert på trender, internasjonal utvikling samt erfaringer fra arbeidet med videreutvikling og samkjøring av ingeniørprogram på fusjonerte institusjoner. Internasjonale trender, standarder og kriterier både for ingeniørutdanning generelt og for det aktuelle fagfelt spesielt er utdypet med lenker til ytterligere informasjon i kapittel 4. En viktig endring siden 2011 er i tillegg at strategisk faglig lederskap basert på en utdanningsfaglig visjon har fått både nasjonal og internasjonal oppmerksomhet. Det arbeides mye med å utvikle en kollegial og utforskende kultur innen utdanning slik som vi kjenner det fra forskning. The CDIO™ INITIATIVE - *an innovative educational framework for producing the next generation of engineers* har vært brukt som sjekkliste ved revidering av kjennetegn og indikatorer (kapittel 4.2).

Viktige kjennetegn ved en ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet:

A) Kjennetegn ved kompetanse;

- Profesjonskompetanse, digitale og praktiske ferdigheter
- Ingeniørdannelse
- Internasjonal kompetanse

B) Kjennetegn ved innhold og gjennomføring av utdanningen:

- Integrert, helhetlig og relevant
- Tverrfaglighet, innovasjon, entreprenørskap og bærekraft
- Faglig, profesjonsmessig og utdanningsfaglig i front
- Forsknings- og utviklingsorientering
- Oppdaterte, aktive og varierte lærings- og vurderingsformer
- Motivasjon, studentinnsats og studiemestring

Hva disse kjennetegnene kan og bør innebære samt aktuelle indikatorer fremgår i det følgende:

Profesjonskompetanse, digitale og praktiske ferdigheter

Ingeniørutdanningen er profesjonsrettet. Realfag, teknologi, IKT og samfunnsfag er integrert på en måte som bidrar til at ingeniørfaglige problemstillinger behandles og løses helhetlig. Studentene møter både teori og praksis, og ser dette i sammenheng. Utdanningene har tett kontakt med relevant nærings- og arbeidsliv. Undervisningen er laboratorie- og praksisnær og setter den teoretiske undervisningen i et anvendt perspektiv. Praksis inngår i studiet på ulike måter. God kontakt med næringslivet åpner muligheten for å tilby relevant ingeniørfaglig studiepoenggivende praksis. Emner som har til hensikt å bidra til profesjonskompetanse og praktiske ferdigheter er preget av studentaktive undervisnings- og læringsformer. Prosjekter, case og oppgaver fra nærings- og arbeidsliv er gode rammer for dette. Læringsutbyttebeskrivelsene er ikke løse elementer, men styrer valget av undervisningsmetoder og vurderingsformer, og underbygger ingeniørferdigheter og fagkunnskap. Profesjonsfaglig digital kompetanse inngår som en viktig del av profesjonskompetansen.

Ingeniørdannelse

Etiske og miljømessige perspektiver, så vel som teknisk, økonomisk og internasjonal kompetanse vektlegges i ingeniørutdanningen. Det legges vekt på lærings- og vurderingsformer som oppøver evnen til etisk og faglig refleksjon. Et viktig aspekt er ingeniørdisiplinens rolle for likestilt og bærekraftig teknologi- og samfunnsutvikling både i et fremtidig og historisk perspektiv. Vitenskapelig tenkning og metode inngår som en integrert del av utdanningen, og studentene utvikler analytiske, metodiske og praktiske ferdigheter. Læringsformer som oppøver tverrfaglig samarbeid og problemløsning vektlegges. Det samme gjelder for muntlig og skriftlig kommunikasjon og formidling. Kreativitet, innovasjon og entreprenørskap er integrerte elementer i utdanningen. Digitalisering av samfunnet krever digital kompetanse. Programmering, fagrelevant digital kompetanse, informasjonssikkerhet og personvern er viktige elementer i ingeniørdannelse. Ingeniørdannelse utvikles gjennom god fagkunnskap, bevisst anvendelse og samhandling med relevant arbeids- og samfunnsliv.

Internasjonal kompetanse

Internasjonalisering bidrar til økt kvalitet i utdanningen. Det gir utdanningen internasjonal relevans med henblikk på både videre studier og jobbmuligheter i et stadig mer globalisert arbeidsmarked. Institusjonen bruker internasjonalt samarbeid aktivt i utviklingen av internasjonal kompetanse, språkferdigheter og kulturforståelse. Gjennom internasjonalt semester legges det til rette for studentutveksling og internasjonalt samarbeid. Internasjonalisering ved lærestedet skjer for eksempel i form av internasjonale og flerkulturelle perspektiver i studiet, engelskspråklig pensum og utenlandske gjesteforskere/forelesere. Dersom fysisk mobilitet er vanskelig eller en vil redusere miljøbelastningen kan online/digital mobilitet bidra til internasjonal kompetanse.

Integrert, helhetlig og relevant

Ingeniørutdanningen er integrert ved at de ulike elementene i utdanningen (emner, pensum, lærings- og vurderingsformer, pedagogiske verktøy etc.) ses i en logisk sammenheng og utgjør et system. Emnene er relatert til hverandre på en bevisst måte, og ferdigheter utvikles i henhold til en klar plan slik at utdanningen får en integrert og helhetlig profil. Programmene utvikles og gjennomføres med bred involvering på institusjonsnivå, mellom institusjoner og i tett samarbeid med relevant arbeidsliv. Ingeniørstudentene ser den direkte verdien av for eksempel matematikk og programmering i sammenheng med ingeniørfaget. Fagpersoner med teknisk, realfaglig og samfunnsfaglig bakgrunn samarbeider og er i stand til å koble disse områdene sammen. Det utdannes ingeniører som kan være aktive bidragsyttere i analyser, utvikling og betjening av teknologiske produkter, prosesser eller systemer.

Tverrfaglighet, innovasjon, entreprenørskap og bærekraft

Både flerfaglighet og tverrfaglighet er viktig i arbeidslivet, for eksempel i forbindelse med utvikling av innovative og bærekraftige løsninger. Ved at ingeniørstudentene møter både flerfaglighet og tverrfaglig samarbeid i studiet, forberedes de på arbeidslivet. Utdanningen gir samhandlingstrening, og utvikler både systematisk og kreativ tankegang. Alle emner kan være relevante for å utvikle bærekraftskompetanse. Bærekraftig utvikling inviterer til tverrfaglighet og innovasjon, siden det er mange ulike hensyn som skal

forenes på en gang. Studiet gir ferdigheter til å bringe idéer frem til realisering. Studentprosjekter på tvers av fagfeltene og i samarbeid med andre fag brukes til å oppøve tverrfaglighet.

Faglig, profesjonsmessig og utdanningsfaglig i front

Fagmiljøet tilknyttet utdanningen er kontinuerlig på søken etter å videreutvikle studieprogrammet både faglig, pedagogisk og profesjonsmessig. Det søkes etter nye resultater av forskning og utviklingsarbeid. Utdanningsfaglig kompetanse utvikles i fagfellesskap og erfaringer fra utvikling i aktuell næringsvirksomhet implementeres i utvikling av det enkelte program. Fagmiljøet holder seg faglig à jour både teoretisk, praktisk og utdanningsfaglig. Tiltak og aktiviteter bidrar til å styrke fagmiljøets kompetanse angående ingeniørarbeid og de ingeniørferdigheter som er sentrale for programmet. Institusjonene utveksler nye idéer 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.

Forsknings- og utviklingsorientering

Ingeniørutdanningen er forskningsbasert. Dette innebærer et mangfold av læringsformer der det å stimulere til et positivt samspill mellom forskning, utvikling og utdanning er sentralt. Studiet har en tydelig kobling mellom FoU og læring. Studentene integreres i det akademiske fellesskap, og fagmiljøet bidrar til forsknings- og utviklingsorientering i utdanningen gjennom sitt aktive og bevisste samarbeid med og deltakelse i FoU-miljøer nasjonalt og internasjonalt, og knytter dette opp mot undervisning på en hensiktsmessig måte. Dette gjøres både som studentsentrert undervisning, der studenter lærer seg forskningsprosesser og som lærersentrert/forskningsledet undervisning som i større grad presenterer resultater. Forskningsorientert utdanning der studentene settes i fokus, og det fokuseres på prosessene for utvikling av kunnskap, en forskningskultur i læringen og forskningsbasert utdanning der studentene lærer som forskere, og undervisningen i stor grad er utformet rundt utforskende læringsaktiviteter er aktive læringsformer som bidrar til forsknings- og utviklingsorientering.

Oppdaterte, aktive og varierte lærings- og vurderingsformer

Gjennom varierte lærings- og vurderingsformer forberedes studentene på arbeidslivet de skal ut i. Institusjonene har strategisk forankrede tiltak og aktiviteter som bidrar til å styrke undervisernes kompetanse for eksempel når det gjelder metoder for aktiv læring og vurdering av læringsutbyttet for emner og program. Studentene får god trening i både selvstendig arbeid og ulike samarbeidsformer. Aktive læringsmetoder engasjerer studentene direkte i problemløsningsaktiviteter og refleksjon. Institusjonen benytter et bredt spekter av ulike vurderingsformer, bruker vurdering for læring og dokumenterer at studentene har oppnådd læringsutbyttet. Erfaringsutveksling og refleksjon, i samarbeid med både teknologiske og pedagogiske miljøer, bidrar til kontinuerlig fokus på kvalitetsutvikling. Utdanningen oppøver studentenes evne til å lære som forberedelse til å mestre et arbeidsliv i kontinuerlig endring og til livslang læring.

Motivasjon, studentinnsats og studiemestring

Med interesse og motivasjon følger det bevissthet, nysgjerrighet og at en investerer tid. Dette er hjørnesteiner i all læring. Vektlegging av ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder bidrar til studentenes motivasjon og studiemestring. Metoder som bidrar til arbeidsrelevans vil også ofte motivere og bevisstgjøre studentene. Struktur og god oppfølging av studenter i første studieår og trening i studieteknikk kan bidra til studiemestring. Et eksempel er [FYSE-prosjektet](#) for studenter i første studieår ved Universitetet i Agder. Et annet eksempel er [ADA-prosjektet](#) ved NTNU som har som mål å bidra til å rekruttere, motivere og utdanne jenter til IKT-bransjen.

2.2 Indikatorer

Med utgangspunkt i kjennetegnene ved en ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet er det utviklet et sett kvantitative og kvalitative indikatorer. Indikatorene kan brukes til å følge kvalitetsutvikling over tid, og som en nyttig sjekkliste i forbindelse med utarbeiding og videreutvikling av ingeniørprogram. Indikatorene er forankret i læringsutbyttebeskrivelsene og i kjennetegnene slik at de er relevante for oppnåelsen av

disse. I kvalitetsutvikling kan det for å nå bestemte mål være hensiktsmessig å fokusere på enkelte indikatorer. Indikatorer tilknyttet kjennetegnene ved ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet fremgår av tabell 3.

Tabell 3 Kjennetegn og indikatorer for ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet til bruk ved kvalitetsutvikling av programmene.

Kjennetegn	Aktuelle indikatorer som kan velges
Profesjonskompetanse, digitale og praktiske ferdigheter	1. Utdanningen gjennomføres i nær kontakt med relevant arbeidsliv. 2. Bacheloroppgaven er forankret i reelle ingeniørfaglige problemstillinger. 3. Systematisk oppbygging av teoretiske og praktiske ingeniørfaglige ferdigheter gjennom studieløpet. 4. Arbeidsformer og trening på relevant og hensiktsmessig utstyr bidrar til å oppøve praktiske ferdigheter. 5. Kunnskap og ferdigheter anvendes i et helhetsperspektiv ved problemsøking, problemløsning og nytenkning. 6. Studentene utvikler ingeniørfaglig bærekraftkompetanse. 7. Studentene utvikler profesjonsfaglig digital kompetanse inkludert IKT-sikkerhetskompetanse.
Ingeniørdannelse	1. Studieprogrammet bidrar til samfunnsansvarlighet, miljøbevissthet og yrkesetisk ansvarlighet. 2. Studieprogrammet oppøver forståelse for økonomiske, sikkerhetsmessige og samfunnsmessige konsekvenser av teknologi. 3. Studieprogrammet utvikler høye faglige kvalifikasjoner, forståelse for systemmessig helhet og respekt for andre fagområder.
Internasjonal kompetanse	1. Internasjonalt forsknings- og utdanningssamarbeid ses i sammenheng og er strategisk forankret innenfor formalisert, institusjonelt samarbeid. 2. Utdanningen har internasjonal relevans mhp. yrkesutøvelse i et internasjonalt miljø både i og utenfor Norge. 3. Utdanningen har et internasjonalt semester der det er spesielt tilrettelagt for internasjonal studentutveksling (både inn- og utreisende). 4. «Internasjonalisering hjemme» ivaretas blant annet ved implementering av internasjonale perspektiver, ressurser og standarder i studieplaner og pensum, integrering av innreisende studenter og undervisning på engelsk. 5. Studentene deltar i et internasjonalt akademisk fellesskap og er til stede på en internasjonal kunnskapsarena gjennom studentutveksling og/eller online/digital/virtuell mobilitet.
Integrert, helhetlig og relevant	1. Internt og eksternt faglig samarbeid om utforming og gjennomføring av studieprogram, emnegrupper og emner. 2. God faglig progresjon i de ingeniørfaglige emnene som bygger på gode kvalifikasjoner fra realfag og samfunnsfag. 3. Matematikk er et verktøy som fagmiljøet og studentene bruker bevisst og aktivt i andre fag.
Tverrfaglighet, innovasjon, entreprenørskap og bærekraft	1. Lærings- og vurderingsformer stimulerer til samarbeid både på tvers av ingeniørdisipliner og til tverrfaglighet i et bredere perspektiv. 2. Arbeidsformer stimulerer entusiasme og kreativitet som motiverer til utvikling og innovasjon.

	3. Lærings- og vurderingsformer stimulerer til å utvikle og realisere forretningsmessige muligheter. 4. Relevant bærekraftkompetanse er integrert i alle studieprogrammer, slik at kandidatene etter endt utdanning kan bidra til bærekraftig samfunnsutvikling.
Faglig, profesjonsmessig og utdanningsfaglig i front	1. Benchmarking av studieprogrammer både nasjonalt og internasjonalt 2. Systematisk oppdatering av studieprogrammene basert på ny kunnskap og erfaring. 3. I front innen relevant forskning, ingeniørdidaktikk og profesjonskompetanse 4. Egen utvikling av nye verktøy og ressurser for å støtte og fremme den pedagogiske tilnærmingen.
Forsknings- og utviklingsorientering	1. Utdanningene gjennomføres i bevisst og aktiv kontakt med interne, nasjonale eller internasjonale FoU-miljøer. 2. Kontinuerlig søking etter ny kunnskap i dialog med fagmiljøer, studenter, samfunns- og næringsliv. 3. Utdanningene har gjennom studieløpet en helhetlig tilnærming til utvikling av studentenes FoU-kompetanse. 4. Studentene involveres i forskning, og benytter forskningsbaserte arbeidsmetoder. 5. Det benyttes forskningsbaserte undervisningsmetoder.
Oppdaterte, aktive og varierte lærings- og vurderingsformer	1. Gode sammenhenger mellom læringsutbytte og lærings- og vurderingsformer. 2. Variasjon i lærings- og vurderingsformer både individuelt og i team. 3. Læringsformer aktiviserer til kritisk, reflektert og bevisst tenkning. 4. Studentengasjement i og forståelse for nye pedagogiske tilnærminger.
Motivasjon, studentinnsats og studiemestring	1. Studiemiljøet, arbeidsformer- og vurderingsformer stimulerer til økt studentinnsats og studiemestring. 2. Første semester motiverer for ingeniørprofesjonen og studiet og er studiemiljøskapende både innenfor fagfeltet og for ingeniørfaget, på tvers av studieprogrammer. 3. Høy skår på studiebarometeret. 4. Studentene utdannes for å bidra til et likestilt samfunn ved at likestilling integreres i utdanningenes innhold, utforming og gjennomføring.

3 Nasjonale rammer for ingeniørutdanning

Mens forskriften definerer de nasjonale rammene for ingeniørutdanningene i Norge, skal retningslinjene gi støtte til å oppfylle forskriftens krav, og sammen med forskriften legge en nasjonal standard for studieprogram, studieretnings- og emnenivå. Retningslinjene skal bidra til å sikre en nasjonalt koordinert ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet. Utdanningen skal være profesjonsrettet, forskningsbasert, innovativ og internasjonalt orientert.

Ifølge **Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning** må en kandidat for å oppnå graden bachelor i ingeniørfag «ha bestått minst 180 studiepoeng bestående av:

- **Ingeniørfaglig basis:** 30 studiepoeng med grunnleggende matematikk, ingeniørfaglig systemtenkning og innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder. Dette skal i hovedsak relateres til ingeniørutdanningen og legge grunnlaget for ingeniørfaget.
- **Programfaglig basis:** 50–70 studiepoeng med tekniske fag, realfag og samfunnsfag. Dette skal i hovedsak relateres til studieprogrammet og legge grunnlaget for fagfeltet.
- **Teknisk spesialisering:** 50–70 studiepoeng som gir en tydelig retning innen eget fagfelt, og som bygger på ingeniørfaglig basis og programfaglig basis. Dette skal i hovedsak relateres til studieretningen og legge grunnlaget for fagområdet. Bacheloroppgaven inngår i teknisk spesialisering.
- **Valgfri emner:** 20–30 studiepoeng som bidrar til videre faglig spesialisering, enten i bredden eller dybden.»

Ingeniørfaglig basis skal i hovedsak relateres til ingeniørutdanningen og legge grunnlaget for ingeniørfaget. Deler av matematikken, ingeniørfaglig systemtenkning og innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder skal sammen utgjøre en ingeniørfaglig basis som gir studentene et felles grunnlag for ingeniørprofesjonen.

Ingeniørfaget (profesjonen) inneholder tekniske fag med nødvendige grunnlagsfag som matematikk, fysikk, kjemi, statistikk, samfunnsfag, økonomi, IKT etc., og krever at disse 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.

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 elkraft og elektronikk, kybernetikk, teleteknikk, medisinsk teknologi, avionikk osv. Det er de tekniske fagene som oppfattes å utgjøre fagområdet.

Ifølge studietilsynsforskriften er forventet arbeidsbelastning per studiepoeng 25-30 timer. Hvis integrering av forskjellige kvalifikasjoner er vellykket vil studiepoeng tjene mer enn ett formål. Hvis for eksempel matematikk formidles som et verktøy for å løse et bærekraftsproblem, eller IKT-sikkerhet inngår i et ingeniørfaglig prosjekt, vil samlede studiepoeng bidra til læringsutbytte både i matematikk, bærekraft, IKT-sikkerhet og prosjektarbeid.

3.1 Læringsutbytte for bachelor i ingeniørfag

Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for høyere utdanning beskriver hva alle som har fullført en høyere utdanning på et gitt nivå skal kunne fordelt på ferdigheter, kunnskap og generell kompetanse (<https://www.regjeringen.no/no/tema/utdanning/hoyere-utdanning/nasjonalt-kvalifikasjonsrammeverk/id564809/>). Læringsutbyttebeskrivelsene (LU) i *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning* er basert på nivå 6 Bachelor (1. syklus) i nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk. Læringsutbyttene under er nummerert for å kunne vises til i de påfølgende kapitlene.

Ifølge **Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning** skal en kandidat med fullført og bestått 3-årig bachelorgrad i ingeniørfag ha følgende samlede læringsutbytte definert i form av kunnskaper, ferdigheter og generell kompetanse:

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 kunnskap om faglig relevant programvare og har bred ingeniørfaglig digital kompetanse, inkludert grunnleggende programmeringsferdigheter.*
- LU-F-3: Kandidaten kan arbeide i relevante fysiske og digitale laboratorier og behersker metoder og verktøy som grunnlag for målrettet og innovativt arbeid.*
- LU-F-4: Kandidaten kan identifisere, planlegge og gjennomføre ingeniørfaglige prosjekter, arbeidsoppgaver, forsøk og eksperimenter både selvstendig og i team.*
- LU-F-5: Kandidaten kan finne, vurdere, bruke og henvise til informasjon og fagstoff og framstille dette slik at det belyser en problemstilling.*
- LU-F-6: 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 identifisere sikkerhets-, sårbarhets-, personverns- og datasikkerhetsaspekter i produkter og systemer som anvender IKT.*
- LU-G-3: Kandidaten kan formidle ingeniørfaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig og kan bidra til å synliggjøre teknologiens betydning og konsekvenser.*
- LU-G-4: 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-5: Kandidaten kan bidra til utvikling av god praksis gjennom å delta i faglige diskusjoner innenfor fagområdet og dele sine kunnskaper og erfaringer med andre.»*

Institusjonene fastsetter selv sine planer for program og studieretninger slik at kandidater som gjennomfører og består et bachelorgradsstudium i ingeniørfag, oppnår læringsutbytte for studieprogrammet/studieretningen utformet i henhold til forskriften og de nasjonale retningslinjene. I vedlegg 5.3 er det forslag til hvordan læringsutbyttebeskrivelsene i forskriften kan tolkes. Vedlegg 5.4 har forslag til læringsutbyttebeskrivelser på fagfeltnivå for bygg, data, elektro, kjemi og maskin. Disse er utarbeidet og oppdateres av de nasjonale fagorganene (tabell 1).

Institusjonen bekrefter ved vitnemålsutstedelse at kvalifikasjonene er nådd. Gradering av prestasjonen gjøres ved hjelp av karakterskalaen. For videre informasjon, se UHRs temaside om karaktersystemet, <https://www.uhr.no/temasider/karaktersystemet/>

3.2 Utdyping av læringsutbytte

Ifølge **Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning** skal «*det utarbeides nasjonale retningslinjer for emnegrupper og enkelte emner i ingeniørutdanningen*».

Det er utarbeidet nasjonale retningslinjer for:

- Matematikk og statistikk
- Fysikk og kjemi
- IKT, programmering og IKT-sikkerhet
- Systemtenkning
- Ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder.

Bachelor i ingeniørfag er en teknologisk utdanning. Teknologifagene utgjør stammen i utdanningen (figur 1) og vokser ut fra en basis i realfag, samfunnsfag og IKT. Et samspill mellom disse kan realiseres i konkrete arbeidsoppgaver og prosjekter. Algoritmisk tenkning ligger i programmering/datateknologi som fagfelt, og danner en bro mellom programmering og matematikk.

Læringsutbyttebeskrivelser som inngår i retningslinjene må ses i forhold til det aktuelle studieprogram og benyttes og eventuelt omformuleres slik at de bidrar til integrasjon, helhet og faglig kvalitet. Omfang og eventuelt antall studiepoeng må også vurderes i forhold til det aktuelle programmet.

3.2.1 Matematikk og statistikk

Introduksjon om matematikk og statistikk i ingeniørfag

Matematikk og statistikk er nødvendige verktøy i teknologiske fag. Presise og kompliserte matematiske beregninger er en viktig del av teknologiutvikling og innovasjon. Måling, analyse og beslutninger basert på numeriske data inngår i dette.

For ingeniørfag er matematikk et verktøy. Det må derfor legges vekt på matematiske formuleringer av praktiske/teknologiske problemstillinger og konkrete metoder til løsning av disse. Statistikk brukes til å vurdere og utlede nyttig informasjon fra forskjellige typer data, målinger og observasjoner. Bevisførsel brukes der det er hensiktsmessig for forståelse av begreper og prosedyrer.

Nivå

Matematikken som inngår i ingeniørstudiet bygger på studiespesialisering i matematikk (R1 og R2) fra videregående skole eller tilsvarende. Nivået skal derfor være utover det som undervises på videregående skole. Nivået i matematikkundervisningen skal også ha et nivå som er vanlig internasjonalt. The Mathematics Working Group (MWG) i *European Society for Engineering Education* (SEFI) har laget et rammeverk som beskriver nivåer i matematikk (SEFI, 2013). Nivå 0 tilsvarer kunnskaper og ferdigheter fra videregående skole. Nivå 1 tilsvarer generelle kjerneområder for ingeniørutdanningen, mens nivå 2 og 3 er på et høyere nivå. For bachelorstudier skal en ingeniør være på nivå 1 eller høyere i de temaene som inkluderes. For overgang til master skal kandidaten være på nivå 2 eller høyere i de emnene som er relevant for studieretningen.

Det er viktig at institusjonene holder seg oppdatert om internasjonalt arbeid med matematikkfaget i ingeniørutdanninger.

Krav til bruk av programmering/numeriske metoder

Programmering skal brukes der det er nødvendig for å gjennomføre beregninger som ikke enkelt kan utføres ved analytiske metoder (se kap. 3.2.3.1). Anvendelse av programmering inngår for forståelse av begreper og i implementering av de vesentligste numeriske algoritmer.

Integrerende læringsmål/studiepoeng

Studiepoeng og læringsmål i matematikk og statistikk kan integreres i andre emner. I så fall skal det angis eksplisitt hvilket læringsutbytte-og antall studiepoeng som dekkes, og i hvilke emner.

Innhold

Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning krever grunnleggende kunnskaper i matematikk, og kunnskaper om hvordan matematikk kan integreres i ingeniørfaglig problemløsning. Alle ingeniørstudenter skal ha grunnleggende kunnskaper innen kalkulus, lineær algebra og statistikk. Videre må studiet inneholde tema som er relevant for det aktuelle programmet.

Temaer som dekkes:

Funksjonsbegrepet, inverse funksjoner, grenseverdier, kontinuitet, derivasjon, integrasjon, integrasjonsmetoder, differensiallikninger med vekt på modellering, matriser, determinanter, lineære likningssystem, egenverdier og egenvektorer, komplekse tall, funksjoner av flere variable, partiell derivert, Laplacetransformasjoner, tallfølger, potensrekker, Fourierrekker, differenslikninger, kombinatorikk og matematisk resonnering. Grunnleggende om sannsynlighetsbegrepet, betingede sannsynligheter, stokastiske variable, sannsynlighetsfordelinger, forventning og varians og sentralgrenseteoremet. Statistisk analyse skal omfatte estimering, konfidensintervall og hypotesetesting, korrelasjon og lineær regresjon.

Læringsutbytte

Kunnskap

- Kandidaten har opparbeidet et faglig grunnlag og forståelse i matematikk som andre emner kan bygge videre på.
- Kandidaten kan forklare begreper og gjennomføre numeriske og analytiske beregninger innen de temaer som tas opp innen kalkulus, lineær algebra og statistikk, og innen andre temaer som tas opp i matematikkemnene.
- Kandidaten kan formulere matematiske modeller, fortrinnsvis med eksempler hentet fra eget ingeniørfaglige område.

Ferdigheter

- Kandidaten behersker relevant matematisk symbol- og formelapparat.
- Kandidaten kan resonnerer matematisk.
- Kandidaten kan formulere ingeniørfaglige problemer på matematisk form.
- Kandidaten kan innhente, analysere og presentere numeriske data.
- Kandidaten kan bruke og begrunne valg av matematiske metoder og verktøy relevant for sitt fagfelt.
- Kandidaten kan anvende programmering til å løse numeriske problemer.
- Kandidaten kan vurdere resultater fra matematiske beregninger (analytiske og numeriske).

Generell kompetanse

- Kandidaten kan bruke matematikk til å kommunisere ingeniørfaglige problemstillinger.
- Kandidaten kan oppnå relevante svar på faglige problemstillinger, gjennom anvendelse av matematiske og statistiske undersøkelser og metoder.
- Kandidaten har matematisk forståelse som gir grunnlag for livslang læring.

Krav for Bachelor i ingeniørfag og for Master som kan gi tilleggstittel sivilingeniør

Det skal inngå minst 20 studiepoeng matematikk og minst 5 studiepoeng statistikk i bachelorgraden.

For overgang til masternivå der en ønsker å bruke tilleggsbetegnelsen sivilingeniør må bachelorgraden inneholde minst 25 studiepoeng matematikk og minst 5 studiepoeng statistikk (vedlegg 5.5). Krav til overgang til andre masterprogrammer fastsettes av institusjonen som tilbyr masterprogrammet.

3.2.2 Fysikk og kjemi

Gode kunnskaper i fysikk og kjemi er viktig for alle ingeniører og gir det fundamentale grunnlaget for ingeniørfagene.

Fysikk og kjemi er sentrale fag 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 fysikk og kjemi og fagfeltet må sikres, især sammenhengen mellom den grunnleggende teori og praksis innen fagfeltet. Fysikk og kjemi settes i samfunnsmessig perspektiv gjennom samspillet med emner i andre emnegrupper.

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

Den enkelte institusjon må sikre at omfanget i fysikk og kjemi er tilstrekkelig til å gi muligheten for overgang til videre utdanning. Fordelingen mellom fysikk og kjemi er institusjonens ansvar. Det er med andre ord ikke krav om en lik fordeling av omfanget på de to fagene.

Læringsutbyttene i fysikk og kjemi kan oppnås på flere måter. Det kan opprettes egne emner i fysikk og kjemi eller fagene kan integreres i tekniske fag. Det siste kan styrke helhet og sammenheng mellom fysikk, kjemi og øvrige fag. Læringsutbyttet i fysikk og kjemi er altså ikke begrenset til å måtte dekkes av enkeltemner i fysikk og kjemi. 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.

3.2.2.1 Fysikk

Teknologisk utvikling er ustoppelig. Mennesker er i dag omgitt av teknologi og nye teknologiske produkter fra vugge til grav. Fysikk er en grunnleggende pilar i mange av disse produktene. I ingeniørutdanning er det derfor viktig å forstå fysiske lover. Det er viktig at sammenhengen mellom fysikkens grunnleggende prinsipper og ingeniørfagenes tekniske begreper tydeliggjøres. Fysikkundervisningen tilpasses de enkelte fagfelts behov, både når det gjelder teori og anvendelser. Gjennom fysikkemner skal kandidaten opparbeide en forståelse av fysikk som vitenskapelig disiplin, ulike fysiske fenomener og naturvitenskaplige tenkemåter og metoder.

Både klassisk fysikk og moderne fysikk inngår i faget "Fysikk 1" i videregående opplæring. Fysikk i ingeniørutdanning skal bygge videre på dette, med særlig vekt på teknologiske anvendelser. Fysikkundervisning må inneholde en konsolidering og fordypning av studentens kunnskaper fra videregående skole. Dette skal inkludere elementer fra klassisk mekanikk. Omfanget må sees i sammenheng med relevans til de aktuelle emnene. Forøvrig kan 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.

Samspillet mellom eksperimenter og teoretiske modeller er karakteristisk for realfagene. Derfor bør praktiske anvendelser inngå som en integrert del av undervisningen. Det er viktig at studentene selv utfører eksperimenter og forstår anvendelsen av modeller for fysiske/realfaglige systemer og fenomener for å sikre fortrolighet med eksperimentelle metoder og bruk av eksperimentelt utstyr.

Læringsutbytte:

Kunnskap

- Kandidaten kjenner teorier og begreper innen grunnleggende fysikk.
- Kandidaten har kjennskap til fysikkens lover og hvordan de kan anvendes til å modellere observerbare fenomen, og ha forståelse for modellenes gyldighetsområde.

- c) Kandidaten kjenner til hvordan å bruke relevante digitale hjelpemidler.

Ferdigheter

- a) Kandidaten har nødvendig basis for å kunne lese faglitteratur på sitt fagområde.
- b) Kandidaten kan anvende fysiske 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 anvende disse for å forklare faglige problemstillinger.
- e) Kandidaten har grunnleggende ferdigheter i laboratoriearbeid, rapportering og resultatpresentasjon.
- f) Kandidaten kan utføre beregninger på relevante fysiske system.

Generell kompetanse

- a) Kandidaten har forståelse for fysikkens 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 undersøkelser og metoder.
- c) Kandidaten kan kommunisere fysikkfaget både skriftlig og muntlig med andre personer i eget og andres fagfelt ved hjelp av relevant fagterminologi.

Krav for master som kan gi tilleggstitel sivilingeniør

Utdanningsinstitusjonene må sørge for at bachelorkandidater som ønsker å gå videre til mastergradsstudier som kvalifiserer til en sivilingeniørtittel har de nødvendige kvalifikasjoner i fysikk både hva angår generell bredde og dybde i valgt del. Omfanget av fysikkfaget skal for disse studentene være minimum 7,5 studiepoeng, men ikke nødvendigvis som ett emne (vedlegg 5.5).

3.2.2.2 Kjemi

Ved opptak til ingeniørutdanning kreves ingen forkunnskaper i kjemi utover generell studiekompetanse. Det er derfor nødvendig at studentene tilegner seg grunnleggende kunnskap i kjemi som basis både for det videre ingeniørstudiet og for framtidig yrkesutøving. Gode kjemikunnskaper er også nødvendig for å forstå og håndtere klima- og miljøutfordringene som samfunnet står overfor og er også en viktig del av grunnlaget for en framtidsrettet utvikling av eget fagfelt.

Kjemi for ingeniører kan omfatte periodesystemet og grunnstoffenes egenskaper, oppbygning av ulike typer kjemiske forbindelser, mengdeberegninger og kjemisk likevekt, gasser, løsninger, syrer og baser, reaksjonshastigheter, termodynamikk og energi, reduksjons- og oksidasjonsreaksjoner, elektrokjemi inkludert korrosjon, batterier og brenselceller, enkel organisk kjemi med fokus på industrielt viktige forbindelser som for eksempel plast og petroleumsforbindelser, navnsetting av enkelte uorganiske og organiske forbindelser grunnleggende HMS for håndtering, bruk, oppbevaring og avhending av kjemiske stoffer. Aktuelle klima- og miljøutfordringer skal belyses i eksempler og oppgaver.

Videre undervisning kan tilpasses hvert enkelt fagfelts behov. Aktuelle tema er vann- og avløpsrensing, EE-avfall og miljøgifter i EE-produkter, elektriske ledere, masse- og energibalanser, materialteknologi, krystallstruktur og fasediagrammer, nye energikilder, bruk og forståelse for materiell og materialer med kompleks kjemisk sammensetning, kvalitetssikring og kontroll, vurdering av produkter og prosesser.

Samspillet mellom teori og praktiske eksperimenter i kjemi er nyttig for forståelsen av kjemiske mekanismer og fenomener og bør inngå som en integrert del av undervisningen. Dette kan skje enten ved aktiv studentdeltagelse i praktiske laboratorieforsøk, ved praktiske demonstrasjonsforsøk eller ved bruk av digitale ressurser i undervisningen for å belyse teorien.

Læringsutbytte:

Kunnskap

- a) Kandidaten kjenner til hvordan fysiske og kjemiske fenomener henger sammen.

- b) Kandidaten kjenner grunnleggende prinsipper, teorier og begreper innen kjemi og relevansen av dette opp mot eget fagfelt.
- c) Kandidaten har kjennskap til kjemiske miljøutfordringer.

Ferdigheter

- a) Kandidaten har nødvendig basis i kjemi for å kunne lese faglitteratur på sitt fagområde.
- b) Kandidaten kan gjøre rede for grunnleggende prinsipper og begreper innen kjemi, og anvende disse for å forklare faglige problemstillinger innen eget fagfelt.

Generell kompetanse

- a) Kandidaten har forståelse for kjemiens rolle i samspillet mellom teknologisk utvikling og samfunnet, inkludert miljømessige og etiske utfordringer i dag og i fremtiden.
- b) Kandidaten kan oppnå svar på relevante faglige problemstillinger ved anvendelse av kjemiske undersøkelser og metoder.
- c) Kandidaten kan kommunisere kjemifaget både skriftlig og muntlig med andre personer i eget og andres fagfelt ved hjelp av relevant fagterminologi.

3.2.3 IKT, programmering og IKT-sikkerhet

I et samfunn med økt digitalisering, hvor IKT er sentralt på alle områder, både i privatlivet og arbeidslivet, er digital kompetanse nødvendig. Den økte graden av digitalisering medfører at vi også får økt sårbarhet og risiko. For ingeniører innebærer dette at alle har grunnleggende programmeringskompetanse, samt kunnskap om IKT-sikkerhet. Dette bidrar til utdanningenes relevans og til at ferdige kandidater kan håndtere slike utfordringer.

Det er flere læringsutbyttebeskrivelser som er relevante for dette, delvis direkte knyttet til det enkelte fagfeltet. Læringsutbytte for IKT knyttet til det enkelte fagfelt er ikke tatt opp i delkapitlene under, men må ivaretas ved planlegging av det enkelte program og tilknyttede emner. I læringsutbyttebeskrivelsen for fagfeltet data (vedlegg 5.4.2) er det eksempler på konkretisering for det fagfeltet. En nasjonal arbeidsgruppe har utarbeidet en rapport der det læringsutbyttet som fremgår av kapittel 3.2.3.2 er utdypet og konkretisert, se [UHR-MNTs nettsider](#).

Læringsutbytte knyttet til IKT, programmering og IKT-sikkerhet slik det er definert i forskriften er:

- Kandidaten har kunnskap om faglig relevant programvare og har bred ingeniørfaglig digital kompetanse, inkludert grunnleggende programmeringsferdigheter.
- Kandidaten kan arbeide i relevante fysiske og digitale laboratorier og behersker metoder og verktøy som grunnlag for målrettet og innovativt arbeid.
- Kandidaten kan identifisere sikkerhets-, sårbarhets-, personverns- og datasikkerhetsaspekter i produkter og systemer som anvender IKT.

Med basis i disse læringsutbyttebeskrivelsene er læringsutbytte for programmering og IKT-sikkerhet utdypet i kapittel 3.2.3.1 og 3.2.3.2.

3.2.3.1 Programmering

Digitalisering spiller en viktig rolle i utviklingen av fremtidens samfunn og industrielle løsninger. Dette betyr at programmering, programvare og datateknologi inngår som muliggjørende teknologi i utvikling og realisering av mange ingeniørfaglige systemløsninger. Som konsekvens av denne utviklingen stiller rammeplan for ingeniørutdanning krav om grunnleggende programmeringskompetanse innen alle ingeniørretninger.

Læringsutbytte for den grunnleggende programmeringskompetansen er utdypet nedenfor. Læringsutbytte for kunnskap og generell kompetanse er tatt med i tillegg til læringsutbytte for ferdigheter for å sikre at programmeringskompetansen inngår i en ingeniørfaglig sammenheng.

Læringsutbytte:

Kunnskap

- a) Kandidaten har grunnleggende kjennskap til oppbygging og virkemåte av datamaskiner bestående av prosesseringsenhet, minne og eksterne enheter.
- b) Kandidaten har grunnleggende forståelse for bruken av algoritmer og datastrukturer som spesifikasjon for programmer, inkludert begrepene korrekthet og ressursbruk.
- c) Kandidaten har kjennskap til digital representasjon av grunnleggende datatyper i en datamaskin, herunder sannhetsverdier, heltall, flyttall, strenger og tabeller.
- d) Kandidaten har kjennskap til begrepene kompilering og fortolkning som grunnlag for utførsel av programmer på en datamaskin.

Ferdigheter

- a) Kandidaten kan anvende grunnleggende konstruksjoner innen programmeringsspråk, herunder datatyper, variable, kontrollstrukturer, metoder, funksjoner og moduler.
- b) Kandidaten kan forklare syntaks, semantikk og pragmatikk for de grunnleggende konstruksjoner i programmeringsspråk.
- c) Kandidaten kan omforme enkle algoritmer til fungerende programkode ved bruk av programmeringsomgivelser for redigering, feilfinning og test av programmer.
- d) Kandidaten kan anvende filer med informasjon representert via enkelt data format for innlesing og utlesning av data i programmer.

Generell kompetanse

- a) Kandidaten kan anvende programmering som verktøy for modellering, simulasjon og (numeriske) beregninger innen fagfeltet.
- b) Kandidaten kan vurdere anvendelsen av programmering knyttet til problemløsning, utvikling og realisering av systemer innen fagfeltet.

3.2.3.2 IKT-sikkerhet

Kompetanse om IKT-sikkerhet finner vi både i bredde- og spesialistutdanninger. I en ingeniørutdanning må kandidatene lære hva informasjonssikkerhet er og hvorfor ingeniører må tenke sikkerhet i hele livssyklusen av IT-systemer og teknologisystemer generelt.

I et samfunn med økt digitalisering, hvor IKT er sentralt på alle områder, både i privatlivet og arbeidslivet, er sårbarheter og risikoer som en følge av dette en stor utfordring. IKT-sikkerhet som fagområde skal bidra til å håndtere disse utfordringene. Behovet for kompetanse om IKT-sikkerhet er derfor sterkt økende, ikke bare som eget fagområde, men også som en integrert del av ingeniørutdanningene.

En utfordring ved opplæring i IKT-sikkerhet, og andre tema preget av rivende teknologisk utvikling, er generell historieløshet. Historien er en felles bakgrunnskompetanse som vi alle kan bygge ut ny forståelse fra. For eksempel, så har alle nye ingeniørstudenter et felles begrepsapparat og en felles basiskompetanse fra tidligere skolegang i fag som matematikk og fysikk. Noe tilsvarende finner vi ikke i IKT-sikkerhet.

En annen utfordring ved opplæring i IKT-sikkerhet er å gjøre opplæringen relevant for studentenes fagområde. Hvis det ikke tas hensyn til dette er det en risiko for at studentene ikke klarer å innarbeide IKT-sikkerhet i sin faglige forståelse, og i stedet puffer IKT-sikkerhet som fragmenterte kunnskapsenheter uten relevans i eget fag.

Alle ingeniørutdanninger bør inkludere læringsutbytte fra følgende tema innen IKT-sikkerhet:

1. Grunnleggende begreper
2. Bevissthet og sikkerhetskultur
3. Personvern
4. Lover, reguleringer og etikk
5. Trussellmodellering og risikostyring
6. Sikkerhetsarkitektur og innebygd informasjonssikkerhet

Basert på disse temaene vil læringsutbytte innen IKT-sikkerhet for ingeniørutdanninger være som beskrevet under.

Kunnskap

- a) Kandidaten behersker de mest sentrale begrepene innen IKT-sikkerhet (tema 1)
- b) Kandidaten har en grunnleggende forståelse av trusler og sårbarhet i samfunnet, med særlig vekt på hvordan digitalisering påvirker dette i egen profesjon (tema 2 og 5)
- c) Kandidaten har kunnskap om når personvern trer i kraft og typiske tilnærminger for beskyttelse og anonymisering av data (tema 3)
- d) Kandidaten kan gi en oversikt over de mest relevante lover, forskrifter og standarder for IKT-sikkerhet, og deres overordnede anvendelse innenfor eget fagområde (tema 4)
- e) Kandidaten er kjent med grunnleggende tekniske sikkerhetsmekanismer og deres muligheter og begrensninger (tema 6)
- f) Kandidaten er kjent med behovet for å tenke helhetlig sikkerhet under utvikling, produksjon, drift og avvikling av systemer (tema 6)

Ferdigheter

- a) Kandidaten kan argumentere for viktigheten av god cyber-hygiene (rutiner og oppførsel), brukeropplæring om IKT-sikkerhet, og bevissthet rundt IKT-sikkerhetstrusler og sårbarheter (tema 2)
- b) Kandidaten kan vurdere om et system forvalter sensitive persondata og identifisere behov for beskyttelse av persondata (tema 3)
- c) Kandidaten kan vurdere systemer innen sitt fagområde for ulike typer IKT-angrep, prioritere risiko og lage planer for risikoredusering (tema 5)

Generell kompetanse

- a) Kandidaten kan delta i diskusjoner om IKT-sikkerhet (tema 1)
- b) Kandidaten kan samarbeide om, og utvise ansvarlighet overfor, IKT og sikkerhet (tema 2 og 3)
- c) Kandidaten kan diskutere etiske utfordringer knyttet til IKT-sikkerhet (tema 4)
- d) Kandidaten er i stand til å gjennomføre enkle risikovurderinger (tema 5)

3.2.4 Samfunnsfaglige tema i ingeniørutdanning

Ifølge **Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning** skal:

- «Utdanningen tilrettelegge for og ivareta samspillet mellom etikk, miljø, teknologi, individ og samfunn.»
- «Teknologiske, realfaglige og samfunnsfaglige temaer integreres og ses i sammenheng.»

Utvikling, bruk og et sirkulærøkonomisk perspektiv på teknologiske produkter og løsninger er samfunnsendrende, på godt og vondt, og teknologiutvikling sees på som et viktig område i den endringen som er ønskelig mot et mer bærekraftig samfunn. Det stilles videre krav til en ingeniørs kunnskaper til å formidle teknologisk kunnskap, skriftlig og muntlig, på sin arbeidsplass, i dialog med brukere og kunder, både nasjonalt og internasjonalt og det er ønskelig at ingeniører skal delta i den pågående samfunnsdebatten.

Teknologi angår samfunnet som helhet, og hver enkelt av oss. Dette er bakgrunnen for at tverrfaglige og samfunnsfaglige tema er viktige i ingeniørutdanningen. I tabell 4 er det gitt eksempler på samfunnsfaglige tema og innholdet i dette i ingeniørutdanningen. Samfunnsfaglige tema inngår i utdanningen enten som egne emner og/eller integrert i andre emner. Et alternativ er også at samfunnsfaglige temaer, som for eksempel etikk, inngår som «strenger» gjennom hele studieløpet.

Tabell 4. Eksempler på innhold i samfunnsfaglige temaer aktuelle for ingeniørutdanning. Innholdet er koblet til *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning* av 18.05.2018.

Tema	Hva sier forskriften?	Forslag til innhold
Teknologihistorie/-utvikling	Kandidaten har kunnskap om teknologiens historie, teknologiutvikling	- Generell teknologi- og vitenskapshistorie fra ca. 1600 - Fagspesifikk teknologi- og vitenskapshistorie fra nyere tid - Teknologi i nåtid. Diskusjon om framtidig teknologiutvikling
Etikk	Kandidaten har innsikt i, og kan sette disse i et etisk perspektiv og i et livsløpsperspektiv.	Etikk må knyttes til utvikling og bruk av teknologi - Generell etikk, handling og etikk - Ansvarlig innovasjon (HMS, miljø++) - Etikk og HMS - Etikk og miljø - Personvern, datasikkerhet
Miljø og bærekraft	Kandidaten har innsikt i miljømessige og helsemessige konsekvenser av produkter og løsninger	- Sirkulær økonomi - Tilstrekkelig kjemi for å forstå grunnleggende miljøproblematikk - FNs bærekraftsmål - Hvordan eget fagfelt kan bidra til bærekraft - Hvordan måles bærekraft? - Hva er livsløpsanalyse? - Hva er CO₂-avtrykk? - Føre-var-prinsippet
Ingeniørens rolle i samfunnet	Kandidaten har kunnskap om ingeniørens rolle i samfunnet samt konsekvenser av utvikling og bruk av teknologi.	- Universell utforming av produkter - Teknologi og demokrati Må knyttes til: - Teknologihistorie (generell teknologihistorie?) - Miljø og bærekraft - Etikk området - Innovasjon og entreprenørskap - Samfunnsmessig optimalisering av teknologi
Helhetlig systemperspektiv	Kandidaten har bred kunnskap som gir et helhetlig systemperspektiv på ingeniørfaget generelt. Kandidaten kan reflektere over egen faglig utøvelse, også i team og i en tverrfaglig sammenheng	- Teknologi som del av et større samfunnssystem (miljø, økonomi, innovasjon, politikk osv.), hovedsakelig knyttet til FNs bærekrafts mål. - Systemet det siktes til er teknologiens sammenheng med resten av samfunnsstrukturen
IKT-sikkerhet	Kandidaten kan identifisere sikkerhets-, sårbarhets-, personverns- og datasikkerhetsaspekter i produkter og systemer som anvender IKT.	- Bevissthet om at bruk av IKT innebærer risiko og at en mangel på sikkerhetskultur kan få store følger - Begrepsforståelse for å kunne kommunisere om IKT-sikkerhet - Utfordringer knyttet til personvern - Risiko og sårbarhet og tilnærminger for å håndtere disse
Innovasjon	Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon og entreprenørskap	- Design tenkning, metodikk - Patent og patentrettigheter - Økonomi i utviklingsprosjekter - Immaterielle rettigheter - Kommersialisering av produkter (studentbedrifter)
Formidling	Kandidaten kan formidle ingeniørfaglig kunnskap på	- Skrivning av tekniske rapporter, og vitenskapelige tekster

	en etterrettelig måte til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig og kan bidra til å synliggjøre teknologiens betydning og konsekvenser.	- Kildekritikk kritisk innstilling til kilder - Språkføring, skriveprosess - Studieprogrammer må sørge for at det blir en kontinuitet i skriving av rapporter/artikler gjennom studiet - Presentasjonsteknikk - Retorikk - Bruk av engelsk
Vitenskapelig metode	Kandidaten kan finne, vurdere, bruke og henvise til informasjon og fagstoff og framstille dette slik at det belyser en problemstilling.	- Oversikt over relevante vitenskapelige metoder innenfor teknologiske fag, både kvalitative og kvantitative.

Læringsutbytte innenfor samfunnsfaglige tema er utdypet nedenfor. Disse vil naturlig gå inn ulike steder i studiet, i emner, prosjekter eller som nevnt i «strenger» gjennom studiet. Samfunnsfaglige tema bør integreres i utdanningen. Læringsutbytte som nedenfor kan derfor også ses i eksemplene fra andre områder.

Læringsutbytte:

Kunnskap

- Kandidaten har bred kunnskap om den generelle teknologiske utviklingen i vår kultur, og den teknologiske utviklingen innenfor det aktuelle fagfeltet.
- Kandidaten kan drøfte miljømessige utfordringer ved en gitt teknologi
- Kandidaten har kunnskap om problemstillinger innenfor IKT-sikkerhet på et gitt fagområde

Ferdigheter

- Kandidaten kan reflektere over etiske utfordringer ved en gitt teknologi
- Kandidaten kan identifisere utfordringer ved de vanligste vitenskapelige metodene innenfor området teknologiutvikling
- Kandidaten kan formidle teknologisk kunnskap på en korrekt akademisk måte, muntlig og skriftlig
- Kandidaten kan finne miljømessige problemer og vurdere miljøkonsekvenser av en gitt teknologi, og bidra til løsning av disse
- Kandidaten kan utføre en systematisk analyse av sammenhengene mellom en gitt teknologi og andre gitte samfunnssystem

Generell kompetanse

- Kandidaten kjenner til utviklingen innenfor vitenskapelige metoder
- Kandidaten kjenner til FNs bærekraftsmål
- Kandidaten har innsikt i teknologiens plass i et stort samfunnsmessig system
- Kandidaten har kjennskap til innovasjonsprosesser på et gitt ingeniørfelt

3.2.5 Ingeniørfaglig systemtenkning

I **Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning** står det om innholdet i «*Ingeniørfaglig basis*»: «30 studiepoeng med grunnleggende matematikk, ingeniørfaglig systemtenkning og innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder. Dette skal i hovedsak relateres til ingeniørutdanningen og legge grunnlaget for ingeniørfaget.»

Ingeniørfaglig systemtenkning inngår i ingeniørfaglig basis. Systemtenkning og helhetsforståelse er grunnmuren for bærekraftig utvikling, og et faglig element i forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning, som skal bidra til å gjøre studentene i stand til å arbeide profesjonsrettet i en helhetlig og tverrfaglig sammenheng. De løsningene ingeniørene arbeider med inngår oftest i en større helhet eller et system. Å arbeide med basis i sitt fagområde, men i en tverrfaglig kontekst er vanlig i ingeniørfaglig virke. Systemer

som samhandler er et viktig trekk i et moderne samfunn. Helhetlig systemtenkning gir sentrale og grunnleggende kvalifikasjoner i ingeniørprofesjonen. Systemtenkning innenfor ingeniørutdanningen innebærer:

- En tverrfaglig tilnærming som omfatter de tekniske emnene i utdanningen
- En systematisk kartlegging og diskusjon av forholdet mellom teknologi og samfunnsområder som påvirkes av teknologi

Kunnskaper innenfor helhetlig systemtenkning danner basis for å kunne anvende ervervede kvalifikasjoner innen teknologi, realfag, og samfunnsfag for å kunne løse komplekse teknologiske oppgaver, i tverrfaglig samarbeid, og for å kunne diskutere samfunnsmessige virkninger av teknologi. Systemer må modelleres som grunnlag for løsninger, og en solid basis i ulike modelleringsteknikker er sentralt i 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 yrkesforberedende og forutsetter at studentene har ervervet seg ingeniørfaglige kvalifikasjoner innen sitt fagområde. Ingeniørfaglig systemtenkning skal bidra til at studentene evner å arbeide ut fra en systemmessig helhet, fra enkle til komplekse systemer, og skal også gi studentene et bedre grunnlag for å forstå livsløpstankegang, samt miljø- og samfunnsmessige konsekvenser av teknologi. I en sirkulær økonomi utnytter vi naturressurser og produkter effektivt og så lenge som mulig, i et kretsløp, slik at minst mulig ressurser går tapt. Minst mulig skal kastes som avfall, men holdes i et kretsløp der stadig resirkulering fører til mindre behov for å ta ut nye råvarer.

Effektiv utnyttelse av ressurser er god økonomi, og en overgang til en mer sirkulær økonomi står høyt på EUs politiske agenda. I forbindelse med lanseringen av European Green Deal forpliktet Europakommisjonen seg til å legge fram en ny europeisk handlingsplan for sirkulær økonomi. Handlingsplanen ble lagt fram 10.mars 2020. [EU-kommisjonens handlingsplan for sirkulær økonomi](#) er det mest omfattende forslaget som er fremmet for å redusere miljø- og klimapåvirkningen fra våre produkter og økonomiske aktiviteter. Sentralt i planen er at produsenter skal ta mer ansvar for å lage bærekraftige produkter og holde disse i omløp lenger. Den skal endre produksjonsmåter og forbruksmønstre, og vise vei mot en klimanøytral konkurransedyktig økonomi hvor forbrukere står sterkere. Det varsles lovforslag som skal sikre at produkter blir utviklet for å vare lenger, og blir enklere å reparere, gjenbruke og resirkulere, samt lovgivning som skal forhindre unødvendig avfall og hjelpe forbrukere til å ta bærekraftige valg. Dette krever både innovasjon og etisk bevissthet.

Ingeniørfaglig systemtenkning skal danne et grunnlag for å gjennomføre en ingeniørfaglig bacheloroppgave, forankret i reelle problemstillinger, teknisk og samfunnsmessig.

Integrering av systemtenkning i utdanningene kan gjøres på mange ulike måter, som elementer av emner eller som eget emne. Aktuelle temaer som kan bidra til læringsutbytte er: Innovasjon og nyskaping, forenklet representasjon av komplekse systemer, delsystemer, kvalitetssystemer, miljøsystemer, sirkulær økonomi, etiske diskusjoner, masse- og energibalanser, anvendelse av strategianalyse og usikkerhet, risikoanalyse, konseptutvikling, konseptvurdering, konseptevaluering, styringssystemer (tekniske, økonomiske og administrative), flytskjema, funksjonalitet, samt helse, miljø og sikkerhet (HMS).

Det vil være naturlig at studentene får arbeide teambasert med dette temaet. Arbeid i team kan skje både på tvers av studieprogrammer og innenfor eget program. Institusjonene oppfordres til å bruke et bredt og variert utvalg av arbeids- og læringsformer som medvirker til at studentene går ut med et systemperspektiv i profesjonen.

Noen eksempler på læringsutbyttebeskrivelser som vil være relevante for ingeniørfaglig systemtenkning:

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 og systemsyntese.

- d) Kandidaten forstår grunnleggende sammenhenger mellom tekniske enkeltelementer og systemmessig helhet.
- e) Kandidaten har en grunnleggende forståelse av den systemiske sammenhengen mellom teknologi og andre samfunnsområder.

Ferdigheter

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

3.2.6 Ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder

I **Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning** står det om innholdet i «*Ingeniørfaglig basis*»: «30 studiepoeng med grunnleggende matematikk, ingeniørfaglig systemtenkning og innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder. Dette skal i hovedsak relateres til ingeniørutdanningen og legge grunnlaget for ingeniørfaget.»

Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder inngår i ingeniørfaglig basis. Dette skal gi studentene egne erfaringer med ingeniørarbeid, styrke forståelse av ingeniørprofesjonen og bidra til å utvikle sentrale ferdigheter som samarbeid og kommunikasjon. En viktig hensikt er å bidra til studentenes motivasjon ved at de får se ingeniørfaget i en større sammenheng og utvikler en helhetlig, åpen og nysgjerrig tilnærming til viten samtidig som de blir kjent med arbeidsmetoder som er typiske for ingeniørprofesjonen.

Et viktig formål med innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder er å bidra til å skape helhet og sammenheng i utdanningen og gi en forståelse av yrkesrollen studentene utdannes til. At studentene får se og reflektere over relevans og sammenheng i studiene og over ingeniørers profesjonelle rolle, vil forhåpentligvis føre til økt gjennomstrømming og redusert frafall.

Studentene 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 må arbeide analytisk, strukturert, målrettet og innovativt, og at de i tillegg må være bevisst konsekvenser av teknologiske løsninger både fra et samfunnsmessig, miljømessig og etisk perspektiv. Arbeidslivet for ingeniører er mangfoldig og dette bør gjenspeiles i innhold og læringsaktiviteter der studentene tilegner seg fagkunnskap og ferdigheter på en integrert måte. Innføringen er et viktig grunnlag for videre selvstendig læringsprosess.

Aktuelle temaer studentene kan introduseres til i innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder er prosjektarbeid, rapportskriving, presentasjonsteknikk, teknologihistorie og -utvikling, FN's bærekraftsmål, etikk, HMS, sirkulær økonomi, prosjektøkonomi, laboratoriearbeid, programmering og IKT, bruk av algoritmer og databaserte matematiske beregninger og fagspesifikke programmer. Å møte relevant arbeids- og næringsliv er både motiverende og bidrar til relevans.

Institusjonene har gjennom innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder, store muligheter til å legge et godt grunnlag for økt motivasjon og dermed økt gjennomstrømming. Studentenes profesjonskompetanse nås gjennom at institusjonene følger opp innføringen gjennom et bredt og variert utvalg av arbeids- og læringsformer.

Det er utarbeidet eksempler på læringsutbyttebeskrivelser for innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder. Typisk vil læringsutbytte fra både teknologifag, samfunnsfag og realfag integreres. Ved flere institusjoner er dette organisert som ett emne, men innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder kan også organiseres på andre måter, for eksempel som en programintegrerende «streng» i studiet, der også studenter på tvers av årskull samarbeider.

Eksempler på relevante læringsutbyttebeskrivelser:

Kunnskap

- a) Kandidaten kan vise 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, fremtidsrettet og bærekraftig perspektiv.

Ferdigheter

- a) Kandidaten kan identifisere ingeniørfaglige problemstillinger, søke nødvendig informasjon og kvalitetssikre denne som grunnlag for problemløsning.
- b) Kandidaten kan anvende kreative metoder som grunnlag 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 kan dele sine kunnskaper og erfaringer med andre, både skriftlig og muntlig og kan samarbeide i gruppe.

3.3 Bacheloroppgaven

Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning sier om bacheloroppgaven:

- «En bacheloroppgave er obligatorisk for alle og skal inngå i teknisk spesialisering med minimum 20 studiepoeng.
- Oppgaven skal være forankret i reelle problemstillinger fra samfunns- og næringsliv eller forsknings- og utviklingsarbeid og bidra til innføring i vitenskapsteori og metode.»

Bacheloroppgaven er den avsluttende delen av ingeniørutdanningen. Gjennom å integrere kunnskaper og ferdigheter opparbeidet gjennom studiet, skal studentene vise at de behersker ingeniørprofesjonen og 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, livsløpsperspektiv og sikkerhetsperspektiv.

Bacheloroppgaven skal gi trening i anvendelse av relevante metodeverktøy og selvstendig gjennomføring. Anvendelse av vitenskapsteori bidrar til 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 tilknytting til en ekstern institusjon eller ikke.

I kap. 4.4 fins karakterbeskrivelser og vurderingskriterier til bruk ved sensur av bacheloroppgaven.

3.4 Arbeidsrelevans og praksis

Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning skal «sikre at utdanningene forholder seg til de standarder og kriterier som gjelder for ingeniørutdanning, og imøtekommer samfunnets nåværende og framtidige krav til ingeniører.»

Forskriften sier også at:

- «Utdanningene skal ha tett kontakt med relevant nærings- og arbeidsliv.» Det presiseres at dette også gjelder under utarbeidelse av planer for studieprogrammene.
- Utdanningene «gjennom laboratoriearbeid og praksis skal vise teknologiens anvendelser og utfylle den teoretiske delen av utdanningen».
- «Studiepoenggivende praksis som er relevant i forhold til studentens tekniske spesialisering, kan inngå i valgfrie emner, eller med inntil 10 studiepoeng i tekniske spesialisering.»

I NOKUT sin [rapport for tilsyn](#) med studietilbud innen bachelor ingeniørfag bygg forstås relevans som «at institusjonene utdanner ingeniører som har den kompetansen dagens og morgensdagens arbeidsliv etterspør og at studietilbudene har en oppbygging og undervisnings-, lærings- og vurderingsformer som bidrar til dette» (NOKUT, 2018).

Ifølge studietilsynsforskriftens § 2-2 skal studietilbudet «være faglig oppdatert og ha tydelig relevans for videre studier og/eller arbeidsliv». En relevant utdanning bidrar til at studentene utvikler ferdigheter som arbeidslivet og samfunnet etterspør både på kort og lang sikt. Studentene gjøres i stand til å være bidragsytere i en likestilt og bærekraftig samfunnsutvikling, og til å kunne møte et arbeidsliv i endring. Arbeidsrelevans og kontakt med arbeidslivet viser seg også å ha positiv effekt både på studiegjennomføring og en vellykket overgang fra studier til arbeidsliv (Meld. St. 16, 2016-2017).

Endringer i teknologiske muligheter, konjunkturer og rammebetingelser gjør at det kan være vanskelig å forutse arbeidsmarkedets kompetansebehov (NOU, 2020). Det har skjedd et skifte i hva ingeniører må kunne i tillegg til det tradisjonelt ingeniørfaglige. Studietilbudene må fortsatt gi en solid ingeniørfaglig grunnkompetanse, men den må tilpasses den nye hverdagen i yrkesfeltet når det gjelder for eksempel digital kompetanse og beregningsorienterte metoder. En utdanning for fremtiden trenger både faglig dybde og bredde. Kompetansebehovsutvalget framhever at det er viktig at utdannede kandidater, i tillegg til gode grunnleggende ferdigheter, er omstillingsdyktige og har god læringsvilje og –evne (NOU, 2020). Det å lære teknikker og mekanismer for å hente ut ny kunnskap, lære å lære og lære å utfordre etablert standard er viktig sammen med kompetanse knyttet til digitalisering, innovasjon og tverrfaglighet, etikk og bærekraft.

For å nå bærekraftsmålene er MNT-fagene nødvendige. Arbeidsrelevans henger i dag tett sammen med bærekraft og digitalisering. I tillegg er systemtenkning og helhetsforståelse grunnmuren for bærekraftig utvikling.

Nye undervisnings-, lærings- og vurderingsformer innebærer økt bruk av digitale læringsverktøy. Kunstig intelligens, maskinlæring, simulering og digital tvilling er eksempler på at fagenes innhold endres. Arbeidslivet er preget av at oppgaver og organisering i større og større grad digitaliseres. Alt dette sammen gjør at IKT-sikkerhetskompetanse er en nødvendig del av arbeidsrelevansen.

Ingeniørstudiene er av natur ment å skulle være relevante for et bredt spekter av arbeidsoppgaver og karriereveier. Hvor godt man lykkes i dette arbeidet er avhengig av faktorer som:

- Fagsammensetning (hvilke fagområder/emner inngår i studiet)
- Faglig innhold og hvordan ulike fag/emner er lagt opp
- Undervisningsopplegg, inkludert undervisnings-, lærings- og vurderingsformer
- Ulike former for samarbeid eller samspill med samfunns- og næringsliv

Ordninger for samhandling med nærings- og arbeidslivet skal være tilpasset utdanningenes innhold og nivå, og bidrar til å sikre relevans og oppdatert kunnskap i utdanningene (NOKUT, 2017). Det er en forventning om at samhandling foregår både på studieprogram- og institusjonsnivå. I NOU-en *Samarbeid*

mellom høyere utdanning og arbeidsliv. Internasjonale perspektiv (NOU, 2020) skilles det mellom følgende hovedtyper av samarbeid mellom høyere utdanning og arbeidsliv:

- **Mobilitet mellom arbeidsliv og høyere utdanning**
Dette kan gjelde studenter på ulike former for praksis- og arbeidsopphold i arbeidslivet, at de skriver oppgaver eller på andre måter er med på å løse reelle problemstillinger hos arbeidsgiver. Det kan også gjelde ansatte i universitet/høgskole som har ulike former for arbeidsopphold i arbeidslivet utenom akademia, eller at aktører i arbeidslivet medvirker i undervisning, mentorvirksomhet, karriereveiledning eller liknende, for eksempel gjennom bistillinger i akademia.
- **Samarbeid om studieprogram eller pensum**
Kan gjelde bestemte kunnskapsområder eller ferdigheter, eksempelvis knyttet til entreprenørskap og innovasjon
- **Samarbeid gjennom nettverk og dialog**
For eksempel *Råd for samarbeid med arbeidslivet* (RSA), alumnigrupper, referansegrupper, råd osv.
- **Tverrsektorielt samarbeid om styring i utdanningssektoren**
For eksempel esterne styremedlemmer eller at arbeidslivet medvirker ved godkjenning og akkreditering av studietilbud.
- **Tverrsektorielt samarbeid om infrastruktur**

NOKUT anbefalte i forbindelse med evalueringen av norsk ingeniørutdanning i 2008 at næringslivskontakt i større grad ble formalisert gjennom langsiktige avtaler. Det ble også vist til at samarbeid i nettverk av bedrifter vil være mindre sårbart enn samarbeid med én bedrift (NOKUT, 2008).

Mange ulike arbeidsformer/aktiviteter har til hensikt å bidra til arbeidsrelevans og kobling mellom teori og praksis, for eksempel prosjektarbeid, bedriftspraksis, digitale og fysiske laboratorieøvelser, frivillig praksis, workshop, Virtual Reality (VR), simulatorer, IKT, beregningsorientert utdanning, studiepoenggivende praksis. Det kanskje viktigste er prosjektarbeid som er en arbeidsform veldig mange ingeniører møter i sitt arbeid. Prosjekt som arbeidsform kan brukes både i samarbeid med arbeidslivet, på tvers av fagfelt og innad i programmet. I forhold til arbeidslivet representerer det avsluttende prosjektet, bacheloroppgaven, et stort volum studenter som utgjør en stor og viktig kontaktflate mellom utdanningene og nærings- og samfunnsliv.

Arbeidsrelevans er også knyttet til ferdigheter og generell kompetanse («transferable skills»). Tradisjonelle undervisningsopplegg med forelesning, øving og skriftlig skoleeksamen er ikke nødvendigvis den beste måten å utvikle dette på. Det kan være at andre lærings- og vurderingsformer fungerer bedre for å utvikle «21st century skills». Uansett lærings- og vurderingsformer er det en forutsetning at praksis eller andre aktiviteter bidrar til kvalitet i utdanningen og til å oppnå utdanningens læringsutbytte.

Etikk og bærekraft er viktig for arbeidsrelevans. En etisk og bærekraftig tilnærming til profesjonen innebærer blant annet å ha et bevisst forhold til likestilling og kjønnsbalanse. Ifølge NOKUT-portalen (<https://dbh.nsd.uib.no/nokutportal/>) var det i 2019 innenfor feltet «Naturvitenskapelige fag, håndverksfag og tekniske fag» 33,9 % kvinner. En skjev kjønnsfordeling i studieprogrammene vil føre til, og kan i noen tilfeller forsterke, et kjønnsdelt arbeidsliv (NOU, 2020). Ved tilsyn av svensk utdanning vurderes blant annet om «Lärosätet säkerställer ett systematiskt arbete med att beakta jämställdhet i utbildningarnas innehåll, utformning och genomförande». Likestillingsperspektiver i utdanningenes innhold vil kunne bidra til både økt rekruttering og bedre kjønnsbalanse i utdanningene og dermed også i arbeidslivet. Det vil også kunne bidra til teknologiske løsninger som i større grad ivaretar et mangfold av brukere og brukerbehov. Det har vært forsket mye på kjønnsperspektiver, men er likevel et stort potensial for å utvikle gode eksempler på likestilling i ingeniørutdanningenes innhold, utforming og gjennomføring. Lenkene nedenfor kan gi inspirasjon:

- [EUs håndbok](http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_gender_equality/gendered_innovations-KINA25848ENC.pdf#view=fit&pagemode=none) http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_gender_equality/gendered_innovations-KINA25848ENC.pdf#view=fit&pagemode=none
- Stanfords side om Gendered Innovations <https://genderedinnovations.stanford.edu/>

- UiBs ressursider
<https://www.uib.no/skok/kj%C3%B8nnsperspektiv/107764/kj%C3%B8nnsperspektiv-i-ulike-steg-av-forskningsprosessen>
- Artikkel om likestilling i IKT-arbeid
https://www.idunn.no/tfk/2019/04/maa_vi_egentlig_ha_flere_kvinner_i_ikt
- Veileder for sakkyndige i vurdering av kvalitetssystemet for svensk høyere utdanning
<https://www.uka.se/kvalitet--examenstillstand/verktyg-for-larosaten-och-bedomare/mallar.html>

NOKUT-prosjektet [Operasjon Praksis 2018-2020](#) har som mål å samle, systematisere og dele kunnskap om praksis i høyere utdanning. Praksis blir trukket frem som et viktig virkemiddel for å sikre arbeidsrelevans for studentene, både i fag med lovpålagt praksis og i fag der det tradisjonelt ikke har vært brukt like mye. Da praksis kan være en krevende læringsarena, er det nyttig å kunne dele erfaringer. På prosjektsiden finnes flere rapporter, opptak fra frokostmøter og andre arrangementer, samt to av NOKUT-poddens episoder som har dreid seg om praksis <https://soundcloud.com/nokutpodden/den-om-praksis>. En av rapportene, [Rettsstilstanden for praksis i høyere utdanning](#), beskriver noen sentrale deler av regelverket rettet mot praksis samt forsøker å gjøre rede for noen av de utfordringene regelverket medfører.

Praksis som læringsarena og læringsmetode slik det inngår i f. eks. sykepleie- eller lærerutdanning er ikke veldig utbredt i ingeniørutdanning, og er heller ikke nødvendigvis hensiktsmessig. Imidlertid er det for det samlede læringsutbyttet for bachelor i ingeniørfag, mange områder som vil kunne ha nytte av en tettere kontakt med praktisk arbeid, ingeniørprofesjonen og et fokus på arbeidsrelevans for å oppnå læringsutbytte.

Ifølge forskriften kan **studiepoenggivende praksis** som er relevant i forhold til studentens tekniske spesialisering, inngå i valgfrie emner, eller med inntil 10 studiepoeng i teknisk spesialisering. Studiepoenggivende praksis skal gjennom et selvstendig arbeid utført ved en relevant ingeniørbedrift/virksomhet, gi erfaring med ingeniørers arbeidsoppgaver og yrkesutøvelse. 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.

Under er noen anbefalinger som kan bidra til å gjøre studiepoenggivende praksis til et kvalitetsmessig godt element i utdanningen:

- Det må foreligge presise læringsutbyttebeskrivelser for studiepoenggivende praksis
- Ingeniørutdanningsinstitusjonen har ansvaret for innhold, kvalitet og vurdering av praksis
- Utdanningsinstitusjonen og praksisinstitusjonen må samarbeide slik at praksisen bidrar til helhet og sammenheng i studentens opplæring.
- Praksisopplæringen organiseres gjennom formelle avtaler mellom ingeniørutdannings- og praksisinstitusjonen. Samarbeidet formaliseres som et trepartsamarbeid mellom aktuelt fagmiljø på ingeniørutdanningsinstitusjonen, praksisinstitusjonen og studenten.
- Praksisinstitusjonen må bidra til at det legges gode rammer for praksisopplæringen.
- Praksisinstitusjonen skal sørge for at studenten gjøres kjent med HMS-regler og andre standarder som gjelder praksisstedet og fagfeltet, og påse at studenten følger disse.
- Praksisen vurderes etter den karakterskalaen som fremgår av emnebeskrivelsen.

3.5 Internasjonalisering og internasjonal kompetanse

Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning skal sikre at utdanningene «*har et internasjonalt perspektiv og at kandidatene kan fungere i et internasjonalt arbeidsmiljø*».

Det skal legges til rette for:

- «*et internasjonalt semester og et internasjonalt perspektiv i utdanningen.*»
- «*faglig samarbeid mellom institusjoner og nasjonal og internasjonal mobilitet.*»

Det er en forventning om at internasjonalisering skal gjennomsyre all forskning og høyere utdanning. Det utdanningspolitiske målet med internasjonalisering av forskning og høyere utdanning er på den ene siden å styrke kvaliteten i norsk utdanning og forskning, samt fremme norsk konkurransekraft ved å trekke ressurser, kompetanse og kunnskap til Norge (Diku 2019b). På den annen side skal norske fagmiljøer gjennom internasjonalt samarbeid bidra til å løse de store, globale samfunnsutfordringene knyttet til blant annet klima, ny teknologi, helse og fattigdom. Internasjonalisering er også et mål i seg selv for å tilegne seg kulturforståelse, språk og generelt ruste studentene slik at de kan fungere i et internasjonalt arbeidsmiljø, både i og utenfor Norge (Diku 2019b).

Studentmobilitet regnes å ha en generell positiv effekt både i et individuelt, institusjonelt og samfunnsmessig perspektiv (Meld.St. 7 2020-2021). Studietilsynsforskriften stiller krav til at alle studietilbud skal ha ordninger for internasjonalisering tilpasset studiets nivå, omfang og egenart. For studietilbud som fører frem til en grad skal det som del av internasjonaliseringen tilbys utvekslingsopphold gjennom oppdaterte og bindende avtaler der relevansen av utvekslingsoppholdet sikres av studietilbudets fagmiljø (NOKUT, 2017).

Norge har gjennom Bolognaprosessen forpliktet seg til at innen 2020 skal 20 % av de som avlegger en grad i Norge ha hatt et studieopphold på tre måneder eller mer ved en utenlandsk utdanningsinstitusjon (Meld. St. 16, 2016-2017). Regjeringens langsiktige mål er at minst 50 % skal ha et studieopphold i utlandet i løpet av studietida. Status for området «*Naturvitenskapelige fag, handverksfag og tekniske fag*» er at kun 10 % av studentene på lavere grad har vært på utveksling (Diku 2019b).

Analyser tyder på at en av nøklene til økt studentmobilitet ligger i organisering og gjennomføring av det enkelte program (DIKU 2019a). Her spiller både kultur og struktur en viktig rolle. Stortingsmeldingen «*En verden av muligheter. Internasjonal studentmobilitet i høyere utdanning*» har som overordnet mål å bidra til en kulturendring i universitets- og høyskolesektoren slik at internasjonal mobilitet blir en integrert del av studieprogrammene og slik at regjeringens mål om at halvparten av de som avlegger en grad i norsk høyere utdanning har hatt et studieopphold i utlandet nås ([Meld.St. 7 2020-2021](#)). Det skal skapes tydelige forventninger til studentene om at de skal ta et studie- eller praksisopphold i utlandet, ved at studentene aktivt skal måtte velge det bort dersom de ikke kan eller ønsker å reise ut. Semestermobilitet skal fremdeles være hovedprioritet, men opphold sv kortere varighet vil kunne komme inn under incentivordningene i løpet av de nærmeste årene. Ved at mobilitet settes i system og forankres innen formalisert, institusjonelt samarbeid vil det skapes helhet i institusjonens tilnærming til internasjonalisering.

Ifølge *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning* § 3 skal det i ingeniørprogrammene legges til rette for et internasjonalt semester og et internasjonalt perspektiv i ingeniørutdanningen. Gjennom et internasjonalt semester kan det blant annet legges til rette for utvekslingsopphold, både til og fra utlandet. Studenter som ikke har anledning til å reise til institusjoner utenfor Norge skal utvikle internasjonal kompetanse hjemme. Det er blant annet et mål at studenter ved norske utdanningsinstitusjoner er i et læringsmiljø som også omfatter utenlandske studenter (Meld. St. 4, 2018-2019). Internasjonalisering må være integrert i ingeniørutdanningene. Eksempler på tilrettelegging for internasjonalisering og utvikling av internasjonal kompetanse er:

- utveksling av studenter og ansatte
- internasjonale og flerkulturelle perspektiver i studiet
- engelskspråklig pensum
- utenlandske gjesteforskere/forelesere
- Internasjonalt samarbeid om emner/studietilbud

Det må bygges kultur for, og stilles forventninger til internasjonalisering, der mobilitet inngår som en naturlig og faglig integrert del av ingeniørprogrammene. Gjennom faglig engasjement og fokus på læringsutbytte må det formidles tydelig at et utvekslingsopphold øker kvalitet og læringsutbytte også for den enkelte student. Utveksling gir studentene internasjonale nettverk og interkulturell kompetanse. Dette knytter Norge til omverdenen, bidrar til kulturkompetanse og vil kunne styrke konkurransekraft og markedsforståelse, noe som er viktig for ingeniørenes profesjonsutøvelse.

Behovet for å tenke nytt om studentmobilitet er styrket både i forhold til å nå bærekraftsmålene og erfaringer knyttet til pandemien i 2020 (<https://www.universityworldnews.com/post-mobile.php?story=20200417105255362>). Styrket internasjonalisering hjemme, virtuell/online/digital mobilitet og oppskalering av global «online education» er nå høyaktuelt. Teknologien er der, men det er behov for å videreutvikle strategier, strukturer og konkrete tiltak. Dette er også aktuelt i forbindelse med at andelen ingeniørstudenter som har studieopphold i utlandet er lav.

3.6 Forsknings- og utviklingsbasert profesjonsutdanning

Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning skal sikre at utdanningsinstitusjonene tilbyr en «*profesjonsrettet, integrert og forskningsbasert ingeniørutdanning med høy faglig kvalitet*».

Ifølge studietilsynsforskriftens § 2-2 (6) skal alle studietilbud «*ha relevant kobling til forskning og/eller kunstnerisk utviklingsarbeid og faglig utviklingsarbeid*». Forsknings- og utviklingsorientering er en av faktorene som bidrar til kvalitet i utdanning. FoU-basert utdanning er også internasjonalt et kvalitetskrav. Som eksempel er en del av vurderingen ved tilsyn av svensk høyere utdanning om «*Lärosätet säkerställer ett nära samband mellan forskning och utbildning i verksamheten*» (UKÄ, Universitetskanslersämbetet).

Det er flere måter å realisere kravet til FoU-basert utdanning på slik at det både sikrer faglig oppdaterte og relevante utdanninger, og bidrar til studentenes læringsutbytte. Den tradisjonelle forståelsen av FoU-basert utdanning fokuserer på lærernes forskning og forskningskompetanse. I de senere år er det utviklet en forståelse av FoU-basert utdanning som fokuserer mer på studentenes aktiviteter, læringsformer og på arbeidslivsrelevans (NOKUT, 2012). Mellom disse ytterpunktene kan det klassifiseres en rekke ulike varianter.

I NOKUTs evaluering av *FoU-basert profesjonsutdanning i allmennlærer-, ingeniør- og førskolelærerutdanning* er det sett på sammenhengen mellom FoU, FoU-basert utdanning og utdanningskvalitet (NOKUT, 2012). Evalueringen indikerer at en bredere forståelse av FoU-grunnlaget og FoU-basert utdanning kan gi et bedre grunnlag for å forberede studentene på sin framtidige profesjonsutøvelse, øke arbeidslivsrelevans og dermed også økt utdanningskvalitet. Det viste seg blant annet til at de institusjonene som la til grunn en forståelse av FoU-basert utdanning der fokus var på studentenes eget arbeid og på læringsformer, i større grad lyktes med å beskrive hvordan FoU-basert utdanning bidro til å realisere mål for utdanningskvalitet inkludert bidro til relevans for studentenes senere profesjonsutøvelse. Dette som motsats til institusjoner som la til grunn en definisjon av FoU-basert utdanning som lå tettere opp til en tradisjonell forståelse av forskningsbasert undervisning, der lærernes FoU-kompetanse og forskningsaktivitet sto i sentrum.

I henhold til Healey, M. (2005), *Linking research and teaching: Exploring disciplinary spaces and the role of inquiry-based learning*, kan sammenhengen mellom FoU og undervisning utvikles langs tre dimensjoner:

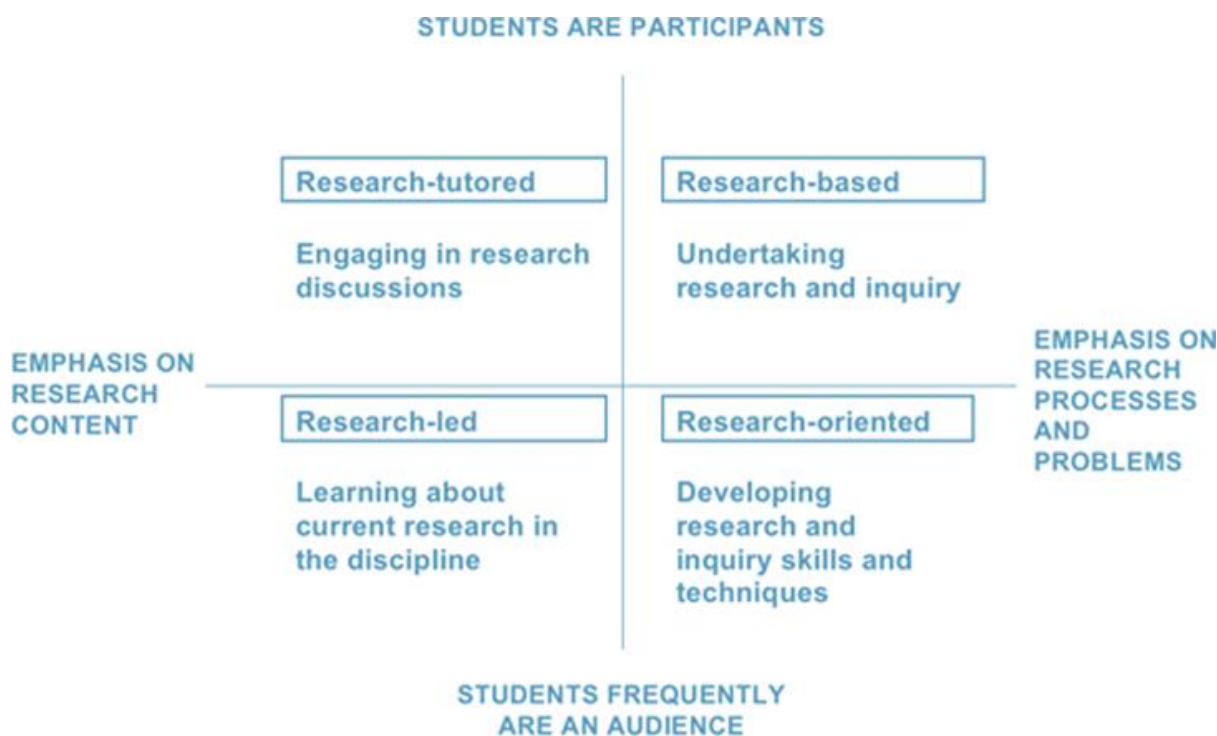
- Om det legges vekt på forskningsinnhold eller forskningsprosesser og problemer.
- Om studentene har rolle som publikum eller deltakere.
- Om undervisningen er lærer- eller studentfokuset.

Figur 6 illustrerer hvordan sammenhengen mellom forskning og utdanning kan synliggjøres og legges til rette for i utdanningene og emnene. Utforskende læring, der studentene engasjeres direkte i forskning, er mot høyre øvre del av figuren.

En rekke begreper brukes i litteraturen, ofte om hverandre, for å beskrive sammenhengen mellom forskning og undervisning. Griffiths (2004) antyder at det kan gjøres et skille mellom om undervisningen hovedsakelig er:

- forskningsledet (research-led): studentene lærer om forskningsresultater, innholdet domineres av ansattes forskningsinteresser, og informasjonsoverføring er det viktigste undervisningsmålet.

- forskningsorientert (research-oriented): studentene lærer om forskningsprosesser, det fokuseres på prosessene for utvikling av kunnskap, like mye som på kunnskap som allerede er oppnådd, og undervisere prøver å skape en forskningskultur gjennom undervisningen.
- forskningsbasert (research-based): studentene lærer som forskere, og undervisningen er i stor grad utformet rundt utforskende læringsaktiviteter. Rollefordeling mellom underviser og student viskes ut.



Figur 6: Sammenheng mellom forskning og undervisning i utdanning. Fra Healey (2005).

I tillegg til punktene ovenfor introduserer Healy begrepet «forskningsbasert opplæring» (research-tutored). Her engasjeres studentene i å skrive og diskutere artikler og essays.

Disse dimensjonene og aksene er et godt utgangspunkt for å diskutere hvordan en utdanning eller et emne kan forholde seg til krav om relevant kobling til forskning og faglig utviklingsarbeid. Rapporten [Utdanning + FoU = Sant](#), som er utarbeidet av UHRs fellesstrategiske enheter UHR-Utdanning og UHR-Forskning utdyper dette og gir inspirasjon og gode eksempler (UHR, 2010).

En SoTL-tilnærming (Scholarship of Teaching and Learning, Boyer 1990) som skal danne grunnlag for kontinuerlig og reflektert kvalitetsutvikling på utdanningsfeltet er også en god støtte i å utvikle FoU-basert utdanning. Variasjon i lærings- og vurderingsformer og en bevisst gjennomføring er vesentlig i en SoTL-tilnærming. Praksis følges av observasjoner, baseres på teori og planlegges basert på kontinuerlig utvikling av kunnskap, samt deles og utvikles videre i dialog og samspill, på samme måte som kunnskapsutvikling innen forskning. En forskerkultur i undervisning vil kunne gi økt undervisningskvalitet. Å ta med det beste fra forskningskulturen inn i undervisningen er blant faktorene Senter for fremragende utdanning [BioCEED](#) opptatt av.

I SoTL er koblingen mellom forskning, undervisning og studentenes læring i fokus. SoTL er derfor godt egnet for å utvikle forholdet mellom forskning og undervisning, både når det gjelder innhold og form. Å benytte en SoTL-tilnærming i planlegging og utvikling av studieprogrammer og emner er hensiktsmessig for å utvikle FoU-basert utdanning.

DEL 3 – Utdypende informasjon

4 Utdypende informasjon

Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning skal «sikre at norsk ingeniørutdanning anerkjennes nasjonalt og internasjonalt som en kvalitativ god teknisk profesjonsutdanning i 1. syklus i høyere utdanning.»

Næringslivet, faglige ingeniørorganisasjoner og ingeniørutdanningsinstitusjoner arbeider med å etablere og utvikle standarder og/eller kriterier for hva som oppfattes som en ingeniørutdanning av høy internasjonal. Matematikken i ingeniørutdanninger er et fag med stort tilsnitt av likhet i innhold og omfang uavhengig av landegrensene. Dette gjelder også grunnleggende kunnskap og ferdigheter innen de enkelte fagfelt.

På tvers av standardene er det liknende begreper som beskriver ingeniørutdanning og hva kandidatene skal kunne/ ha tilegnet seg etter endt utdanning for eksempel; kunnskap og forståelse, ingeniøranalyser, ingeniørdesign, undersøkelser, ingeniørpraksis, overførbare/generelle ferdigheter, utvikling, design, implementering og betjening av tekniske produkter og systemer.

FEANI er et samarbeid mellom nasjonale ingeniørorganisasjoner fra 32 europeiske land (<https://www.feani.org/feani/what-feani>). FEANI jobber blant annet for internasjonal mobilitet og administrerer tittelen euroingeniør (EUR ING). Norsk ingeniørutdanning etter *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning* av 2011 ble godkjent i *FEANI EUR ING REGISTER* i 2014. Læringsutbyttet slik det sto i forskriften ble da sammenliknet med kriteriene til *EUR ACE framework, First cycle* (tabell 5). I ettertid er kriteriene endret ved at området «Transferable skills» er delt opp i områdene «*Making Judgements*», «*Communication and Team-working*» og «*Lifelong Learning*».

Tabell 5: *EUR ACE framework, First cycle* sine kriterier slik de var i 2014 da norsk ingeniørutdanning etter *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning* av 2011 ble godkjent i *FEANI EUR ING REGISTER*.

Knowledge and understanding

First cycle graduates should have:

- knowledge and understanding of the scientific and mathematical principles underlying their branch of engineering;
- a systematic understanding of the key aspects and concepts of their branch of engineering;
- coherent knowledge of their branch of engineering including some at the forefront of the branch;
- awareness of the wider multidisciplinary context of engineering.

Engineering analyses

First cycle graduates should have:

- the ability to apply their knowledge and understanding to identify, formulate and solve engineering problems using established methods;
- the ability to apply their knowledge and understanding to analyse engineering products, processes and methods;
- the ability to select and apply relevant analytic and modelling methods.

Engineering design

First cycle graduates should have:

- the ability to apply their knowledge and understanding to develop and realise designs to meet defined and specified requirements;
- an understanding of design methodologies, and an ability to use them.

Investigations

First cycle graduates should have:

- the ability to conduct searches of literature, and to use data bases and other sources of information;
- the ability to design and conduct appropriate experiments, interpret the data and draw conclusions;
- workshop and laboratory skills.

Engineering practice

First cycle graduates should have:

- the ability to select and use appropriate equipment, tools and methods;
- the ability to combine theory and practice to solve engineering problems;
- an understanding of applicable techniques and methods, and of their limitations;
- an awareness of the non-technical implications of engineering practice.

Transferable skills

First cycle graduates should be able to:

- function effectively as an individual and as a member of a team;
- use diverse methods to communicate effectively with the engineering community and with society at large;
- demonstrate awareness of the health, safety and legal issues and responsibilities of engineering practice, the impact of engineering solutions in a societal and environmental context, and commit to professional ethics, responsibilities and norms of engineering practice;
- demonstrate an awareness of project management and business practices, such as risk and change management, and understand their limitations;
- recognise the need for, and have the ability to engage in independent, life-long learning.

Nedenfor gis en kort beskrivelse av, og lenke til, ulike rammeverk som beskriver kvalitets-kriterier for høyere utdanning generelt og ingeniørutdanning spesielt.

European Qualifications Framework (EQF)

- ec.europa.eu/ploteus/en/content/descriptors-page
- EQF er det Europeiske kvalifikasjons rammeverket for å kunne sammenligne nivået på de forskjellige utdanninger som gis i Europa. Dette skal gjøre det lettere å tolke nivå og føre til å kunne lette mobilitet for studenter og arbeidskraft.

Nasjonalt Kvalifikasjonsrammeverk (NKR)

- <https://www.regjeringen.no/no/tema/utdanning/hoyere-utdanning/nasjonalt-kvalifikasjonsrammeverk/id564809/>
- Kvalifikasjonsrammeverket beskriver læringsutbyttet for de ulike nivåene i høyere utdanning. Læringsutbyttebeskrivelsene er det utbyttet alle kandidater skal ha for å få ståkarakter
- Link til NKR:
 - <https://www.regjeringen.no/contentassets/e579f913fa1d45c2bf2219afc726670b/nkr.pdf>
- Link til nivåer og utbyttebeskrivelser i høyere utdanning:
 - https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/vedlegg/uh/utbyttebeskrivelser_kvalfikasjonsrammeverk_endelig_mars09.pdf
- Link til engelsk oversettelse av de norske nivåer innen NKR:
 - https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/vedlegg/internasjonalt/nqr_higher_education.pdf

European Accreditation of Engineering Programmes (EUR-ACE):

- www.enaee.eu
- Det europeiske nettverket for akkreditering av ingeniørutdanning ble opprettet i 2006 som en organisasjon for å fremme kvalitet i ingeniørutdanning over hele Europa og utover. Det er forankret i Bologna-prosessen som tar sikte på å bygge det europeiske området for høyere utdanning.
- EUR-ACE står bak utviklingen av "Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programs" (<https://www.enaee.eu/wp-content/uploads/2018/11/EAFSG-Doc-Full-status-8-Sept-15-on-web-fm.pdf>)

European Federation of Engineers (FEANI)

- www.feani.org
- FEANI = Fédération européenne d'associations nationales d'ingénieurs
- FEANI er et forbund av profesjonelle ingeniører som forener nasjonale ingeniørforeninger fra 33 europeiske land (European Higher Education Area - EHEA). FEANI er også medlem av World Federation of Engineering Organisations (WFEO)
- FEANI står bak profesjons tittelen EUR ING som skal gi en garanti for kompetansen til profesjonelle ingeniører som følger deres kriterier og oppnår sertifisering.
[https://www.feani.org/sites/default/files/Guide to the Register FINAL approved GA 2013.pdf](https://www.feani.org/sites/default/files/Guide%20to%20the%20Register%20FINAL%20approved%20GA%202013.pdf)
- De har også en database over de godkjente EUR ING utdanningene
<https://www.feani.org/european-engineering-education-database/eed-database>

The Quality Assurance Agency for Higher Education, Storbritannia (QAA)

- www.qaa.ac.uk
- QAA er det uavhengige organet som sjekker standarder og kvalitet i Storbritannias høyere utdanning. Det gjennomfører kvalitetsvurderingsevalueringer, utvikler referansepunkter og veiledning for tilbydere og utfører eller bestiller undersøkelser om relevante spørsmål.

European Society for Engineering Education (SEFI)

- www.sefi.be
- SEFI er en ideell, internasjonal organisasjon ansett som det største nettverket av ingeniørutdanningsaktører i Europa som har vært aktiv siden 1973.
- SEFIs medlemmer er institusjoner for høyere ingeniørutdanning, rektorer, dekaner, professorer, studenter, men også selskaper og andre internasjonale foreninger mm som er involvert i feltet. Oppdraget til SEFI er å bidra til utvikling og forbedring av ingeniørutdanning i Europa, for å understreke behovet for og å styrke bildet av både ingeniørutdanning og ingeniørutdanningspersoner i samfunnet.

Engineering Council i Storbritannia (ENGEC)

- www.engc.org.uk
- Engineering Council er det britiske reguleringsorganet for ingeniørfaget.
- Engineering Council setter og opprettholder de internasjonalt anerkjente standardene for profesjonell kompetanse og etikk som styrer tildeling og bevaring av disse titlene
- Engineering Council foretar akkreditering etter EUR-ACE.

Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET):

- www.abet.org
- ABET er en ideell (nonprofit), ISO 9001-sertifisert organisasjon som akkrediterer høyskoler og universitetsprogrammer innen STEM fagene.
- ABET har satt opp sine egne krav for akkreditering
- ABET er opprinnelig en amerikansk organisasjon. De har i dag akkreditert over 4000 studieprogram ved 812 UH-institusjoner i 32 land

Conceiving — Designing — Implementing — Operating (CDIO)

- www.cdio.org
- CDIO™ INITIATIVE er et innovativt pedagogisk rammeverk for å lage/utdanne neste generasjon ingeniører. Rammeverket gir studentene en utdanning som legger vekt på ingeniørfaglig grunnlag satt i sammenheng med Conceiving - Designing - Implementing - Operating (CDIO) virkelige systemer i verden og produkter. Over hele verden har CDIO Initiative-samarbeidspartnere tatt i bruk CDIO som rammen for sin læreplanlegging og resultatbaserte vurdering.
- Se kapittel 4.2 for mer innføring i CDIO-rammeverket

Royal Academy of Engineering (RAENG)

- www.raeng.org.uk
- Har utviklet gode standarder for etikk innen ingeniørutdanningene
 - <https://www.raeng.org.uk/policy/engineering-ethics/ethics#statement>

4.1 Nasjonale og internasjonale trender i utdanning og ingeniørutdanning

Forskning og høyere utdanning står sentralt i utviklingen av et bærekraftig samfunn, der kunnskap er nøkkelen til nye, grønne og lønnsomme arbeidsplasser og en bedre og mer effektiv offentlig sektor. Dette danner rammen for regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning (Meld. St. 4, 2018-2019).

Det pågår for tiden prosjekter for å fornye ingeniørutdanning ved mange anerkjente høyere utdanningsinstitusjoner, både nasjonalt og internasjonalt. Utfordringer som langtidsplan for forskning og utdanning trekker opp er i tråd med utfordringer som er lagt til grunn for ulike utviklingsprosjekter innenfor høyere utdanning generelt og ingeniørutdanning spesielt.

Prosjektet «**Fremtidens teknologistudier**» skal legge til rette for at NTNUs studieportefølje i teknologi er samstemt med teknologiutviklingen, samfunnsutfordringene og nærings- og arbeidslivets behov i perioden fra 2025 og fremover, <https://www.ntnu.no/fremtidensteknologistudier>. Prosjektet skal i perioden august 2019–august 2021 utrede og utvikle et anbefalt rammeverk for NTNUs fremtidige studieportefølje innenfor teknologi på bachelor-, master- og Ph.d.-nivå. Det omfatter de klassiske teknologistudiene (hovedsakelig ingeniør- og sivilingeniør), studier innen realfag og arkitektur-, design- og planleggingsfag.

«**The New Engineering Education Transformation** (NEET)» ble lansert ved Massachusetts Institute of Technology (MIT) i 2017 med mål om å tenke nytt eller redesigne ingeniørutdanningene, <http://neet.mit.edu/>. En tverrfaglig tilnærming for å tilstrebe integrerte programmer med prosjekt-sentrert læring, dyrker de grunnleggende ferdigheter, kunnskaper og kvaliteter som må til for å møte de formidable utfordringene som stilles i det 21. århundre. Programmene har tilbud om, "tråder", som skal gi studentene muligheter til å fordype seg i prosjekter som krysser disiplinære grenser samtidig som de oppnår en grad på sitt fagfelt. Programmene er bygget rundt maskiner, materialer og systemer som driver moderne industri, med en nøy utformet programstruktur som skal styrke MITs kandidater for å bidra til å løse fremtidens utfordringer.

En rapport fra MIT har også sett på internasjonale trender for hvordan ingeniører utdannes; Resultater fra arbeidet finnes i rapporten «[Global state of the art in engineering education](#) (Dr Ruth Graham)». Ifølge Grahams rapport er det tre trender som trolig vil definere fremtidens ingeniørutdanning. Den første er en forskyvning av den globale aksene for ledende institusjoner så den er mindre fokusert på amerikanske og nord-europeiske institusjoner. Den andre er et skifte mot programmer som integrerer studentsentrert læring med studieprogrammer som er orientert mot utfordringene i det 21. århundre -samfunnsmessig, miljømessig og teknologisk. Den tredje trenden er fremveksten av en ny generasjon ledende institusjoner med kapasitet til å levere student-sentrert utdanning i storskala.

Rapporten identifiserer også noen viktige utfordringer som møter ingeniørutdanning, og i noen tilfeller høyere utdanning generelt. Disse omfatter å samkjøre nasjonale politiske mål og høyere utdanning, å levere studentsentrert læring til store studentgrupper, og å sette opp avtaler og meritteringssystemer som bedre belønner høy kvalitet i undervisning.

I tillegg til fellestrekk i profil og struktur, var likheter i pedagogisk tilnærming også tydelig blant ledende ingeniørutdanningsinstitusjoner, som beskrevet i boks 4 (Rapport Global State Engineering Education). Rapporten viser til case-studier av fire "nye ledere" av ingeniørutdanning som gir innsikt i felles faktorer for «best practice» i ingeniørutdanning. Fire fellestrekk var spesielt tydelig:

- Tydelig strategisk faglig lederskap basert på en utdanningsfaglig visjon
- Kollegial og utforskende utdanningskultur
- Studentenes engasjement i og forståelse for nye tilnærminger til utdanning

- Institusjonenes utvikling av nye verktøy og ressurser for å støtte og fremme tilnærmingene til utdanning

Box 4. Distinctive pedagogical features of the 'current leaders' in engineering education:

- pathways and linkages for students to engage with the university's research activities, often building upon rigorous, applied teaching in the engineering fundamentals;
- a wide range of technology-based extra-curricular activities and experiences available to students, many of which are student-led;
- multiple opportunities for hands-on, experiential learning throughout the curriculum, often focusing on "*problem identification as well as problem solution*," and typically supported by state of the art maker spaces and team working areas;
- the application of user-centered design throughout the curriculum, often linked to the development of students' entrepreneurial capabilities and/or engaged with the social responsibility agenda;
- emerging capabilities in online learning and blended learning;
- longstanding partnerships with industry that inform the engineering curriculum as well as the engineering research agenda.

I likhet med i Norge har Sverige et nasjonalt kvalitetssikringssystem for høyere utdanning, med fire ulike tilsyn som Universitetskanslersämbetet UKÄ har ansvar for. Det er tilsyn med institusjonenes kvalitetssikringssystem, tilsyn med utdanninger, tematiske tilsyn og Prövningar av examenstillstånd. (<https://www.uka.se/kvalitet--examenstillstand/sa-granskas-hogre-utbildning.html>)

Fra bedømmingsområdene ved vurdering av institusjonenes kvalitetssikringssystem er det to bedømmingsområder som utmerker seg i sin formulering:

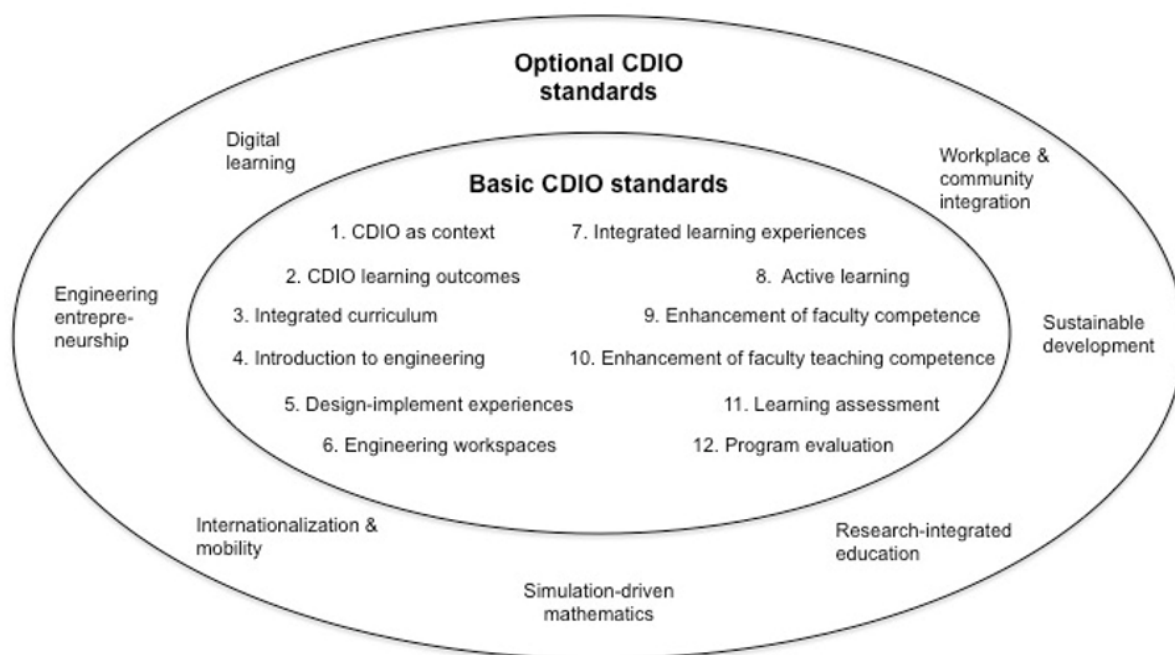
- Arbetsliv och samverkan
6.1 Lärosätet säkerställer, genom rutiner och processer, att utbildningarna utvecklar studenternas och doktorandernas beredskap att möta förändringar i arbetslivet.
- Jämställdhet
4.1 Lärosätet säkerställer, genom rutiner och processer, ett systematiskt arbete med att beakta jämställdhet i utbildningarnas innehåll, utformning och genomförande».

Kungliga Tekniska högskolan (KTH) er et statlig universitet i Stockholm med fokus på teknikk og naturvitenskap. KTH er den største og eldste tekniske høyskolen i Sverige. I sin strategi har KTH satt bærekraftsmål for alle sine program: "*Hållbar utveckling ska vara integrerat i alla utbildningsprogram på samtliga nivåer så att studerande efter examen kan bidra till en hållbar samhällsutveckling.*" Studentene skal både kunne møte endringer i arbeidslivet og, basert på utdanningenes innhold, utforming og gjennomføring, kunne bidra til et likestilt og bærekraftig samfunn. Dette utfordrer både den kunnskap, kontekst og de holdninger studentene møter underveis i studieløpet. For alle studieprogram ved KTH skal det finnes målmatriser som visualiserer dette.

Forskrift om rammeplan for ingeniøruddanning og de nasjonale retningslinjene utgjør et godt rammeverk for å møte de internasjonale trendene beskrevet ovenfor. Det er imidlertid viktig å utnytte mulighetene som ligger der, ikke bare forsøke å tilpasse tradisjonelle program til forskriften uten en helhetlig gjennomgang av programmene.

4.2 Et internasjonalt blikk på kvalitet i ingeniørutdanning

I kapittel 2 fins kjennetegn og indikatorer for en ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet utarbeidet til bruk ved kvalitetsutvikling av programmene og ved sammenligning av program på tvers av institusjoner. Kjennetegn og indikatorer er utviklet i en prosess i sektoren og baserer seg på internasjonale standarder for ingeniørutdanning (FEANI). The **CDIO™ INITIATIVE** - *an innovative educational framework for producing the next generation of engineers* har vært brukt som sjekkliste ved revidering av kjennetegn og indikatorer. <http://www.cdio.org/knowledge-library/documents/proposal-introducing-optional-cdio-standards>. «We believe that every graduating engineer should be able to: *Conceive-Design-Implement-Operate complex value-added engineering products, processes, and systems in a modern, team-based environment.*» Akronymet CDIO er ment å representere hele livssyklusen til et produkt, en prosess eller et system, fra å identifisere et behov eller å ha en idé, utvikling, implementering (bygning), ta i bruk, bruke og avhende produktet/prosessen/systemet (et livsløpsperspektiv). Initiativet startet ved MIT og er i dag en tilnærming til undervisning, læring og vurdering (programutvikling og gjennomføring) der ingeniørrollen er i fokus gjennom hele utdanningen. CDIO er også et nettverk med medlemsinstitusjoner over hele verden.



Figur 7. CDIO standarder. Fra Malmqvist et al., 2017.

4.3 Opptak til bachelor i ingeniørfag og overgang til masterstudier

4.3.1 Opptak til bachelor i ingeniørfag

Opptak til bachelor i ingeniørfag foregår dels gjennom samordna opptak (SO) og dels gjennom lokale opptak. Bakgrunnen for at det er etablert flere alternative opptaksveier og tilpassede ingeniørutdanninger er ønsket om å kunne rekruttere både fra studieforbereende og yrkesfaglige studieprogram, og også å kunne øke total rekruttering til ingeniørutdanningene.

Opptaksveier:

- 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 søkere til tresemestersordningen (TRES) er opptakskravet generell studiekompetanse, og for søkere til Y-veien relevant fagbrev eller svennebrev og minimum 12 måneders relevant praksis. Opptakskravet er beskrevet i *Forskrift om opptak til høgre utdanning*, se <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-01-06-13>. Innhold i de alternative opptaksveiene (forkurs og realfagskurs) og tilpassede ingeniørutdanningene (Y-vei, TRES, fagskoletilpasning) er beskrevet i et eget dokument som tillegg til de nasjonale retningslinjene. Dokumentet om de alternative opptaksveiene og tilpassede ingeniørutdanningene oppdateres i regi av og vedtas av UHR-MNT. Arbeidet administreres av *Fellessekretariatet*.

Uansett opptaksvei eller opptaksgrunnlag skal det aktuelle programmet ha høy internasjonal kvalitet.

4.3.2 Overgang til masterstudier

For overgang til masternivå må bachelorgraden inneholde minst 25 studiepoeng matematikk og minst 5 studiepoeng statistikk, dersom dette er en mastergrad institusjonen ønsker å bruke tilleggstittlen sivilingeniør for. Krav til overgang til andre masterprogrammer fastsettes av institusjonen som tilbyr masterprogrammet.

For å oppnå tittel sivilingeniør stilles spesielle krav til fagsammensetning. Vilkår for bruk av den beskyttede tittelen sivilingeniør (siv.ing.) som tilleggsbetegnelse på vitnemål for mastergrad i teknologiske fag ble vedtatt av UHR ved Nasjonalt råd for teknologisk utdanning våren 2016. Vilårene er gjengitt i sin helhet i vedlegg 5.5.

4.4 Karakterbeskrivelser for sensur av bacheloroppgaver i ingeniørfag

Karakterbeskrivelser og vurderingskriterier for sensur av bacheloroppgaver i ingeniørfag er utarbeidet av Nasjonalt råd for teknologisk utdanning (nå UHR-MNT), og etter samme mal som for masteroppgaver i MNT-fag. Karakterbeskrivelsene er laget for å få en felles forståelse og bruk av karakterskalen for bacheloroppgaven.

Beskrivelsene er laget i henhold til nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for høyere utdanning og *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning*. For å få en riktig vurdering av hver enkelt kandidat skal minimum en del av vurderingen være individuell, for eksempel gjennom en muntlig vurderingsdel.

Karakterbeskrivelsene og vurderingskriteriene for karaktersetting av bacheloroppgaven er gjengitt under. De fins også på UHRs nettside (https://www.uhr.no/f/p1/i497c0236-af2e-4e42-8a87-d26e3a6ec222/bachelor_ingeni_fag_karakterbeskrivelser_og_utfyllende_vurderingskriterier_uhr_logo.pdf).

Karakter	Beskrivelse
A Fremragende	1. Fremragende prestasjon som klart utmerker seg, og som kjennetegnes av: - Kandidaten har svært god ingeniørfaglig innsikt og viser fagkunnskap på meget høyt nivå. - Kandidaten kan velge ut og benytte relevant faglig teori og metoder på en svært overbevisende måte. - Kandidaten kan utarbeide en svært relevant og tydelig problemstilling og planlegge og gjennomføre et ingeniørfaglig arbeide med svært høy kvalitet. - Arbeidet fremstår som avansert og/eller nyskapende. Analyse og diskusjon er faglig svært godt fundert og begrunnet og er tydelig koblet til problemstillingen. Kandidaten viser svært god evne til refleksjon og skiller tydelig mellom eget og andres bidrag. - Form, formidling, struktur og språk ligger på et svært høyt nivå.
B Meget god	1. Meget god prestasjon som kjennetegnes av: - Kandidaten har meget god ingeniørfaglig innsikt og viser fagkunnskap på høyt nivå.

	- Kandidaten kan velge ut og benytte relevant faglig teori og metoder på en meget overbevisende måte. - Kandidaten kan utarbeide en meget relevant og tydelig problemstilling og planlegge og gjennomføre et ingeniørfaglig arbeide med meget høy kvalitet. - Arbeidet fremstår som meget godt og/eller nyskapende. Analyse og diskusjon er faglig meget godt fundert og begrunnet og er tydelig koblet til problemstillingen. Kandidaten viser meget god evne til refleksjon og skiller tydelig mellom eget og andres bidrag. - Form, formidling, struktur og språk ligger på et meget høyt nivå.
C God	God prestasjon som kjennetegnes av: - Kandidaten har god ingeniørfaglig innsikt og viser gode fagkunnskaper. - Kandidaten kan velge ut og benytte relevant faglig teori og metoder på en god måte. - Kandidaten kan utarbeide en relevant og i hovedsak tydelig problemstilling og planlegge og gjennomføre et ingeniørfaglig arbeide med god kvalitet. - Arbeidet fremstår som godt med innslag av kreativitet. Analyse og diskusjon er faglig godt fundert og koblet til problemstillingen. Kandidaten viser god evne til refleksjon og skiller stort sett tydelig mellom eget og andres bidrag. - Form, formidling, struktur og språk ligger på et godt nivå.
D Nokså god	Klart akseptabel prestasjon som kjennetegnes av: - Kandidaten har nokså god ingeniørfaglig innsikt og viser nokså gode fagkunnskaper. - Kandidaten kan stort sett benytte relevant faglig teori og metoder. - Kandidaten kan utarbeide en hovedsakelig relevant og tydelig problemstilling, der målene med oppgaven kan være noe uklart definert. Planlegging og gjennomføring av det ingeniørfaglige arbeidet har klart akseptabelt nivå. - Arbeidet fremstår som nokså godt. Analyse og diskusjon er faglig godt fundert og koblet til problemstillingen, men med potensial for forbedring. Kandidaten viser evne til refleksjon, men kan ha problemer med å skille tydelig mellom eget og andres bidrag. - Form, formidling, struktur og språk ligger på et akseptabelt nivå.
E Tilstrekkelig	Prestasjon som er akseptabel ved at den tilfredsstiller minimumskravene, og som kjennetegnes av: - Kandidaten har tilstrekkelig ingeniørfaglig innsikt og viser tilstrekkelige fagkunnskaper. - Kandidaten kan til en viss grad benytte relevant faglig teori og metoder. - Kandidaten kan utarbeide en tilstrekkelig tydelig problemstilling, der målene med oppgaven er beskrevet, men er uklare. Planlegging og gjennomføring av det ingeniørfaglige arbeidet har akseptabelt nivå, men kandidaten viser begrenset faglig progresjon uten tett oppfølging. - Arbeidet fremstår relativt beskjedent og noe fragmentarisk. Analyse og diskusjon er tilstrekkelig faglig fundert, men burde vært bedre koblet til problemstillingen. Kandidaten viser nødvendig evne til refleksjon, men kan ha problemer med å skille klart mellom eget og andres bidrag. - Fremstillingen er stort sett akseptabel, men har merkbare mangler mht. form, formidling, struktur og språk.
F Ikke bestått	Prestasjon som ikke tilfredsstiller minimumskravene, og som kjennetegnes av: - Kandidaten har ikke nødvendig ingeniørfaglig innsikt og viser ikke tilstrekkelige fagkunnskaper. - Kandidaten viser manglende kompetanse til å benytte relevant faglig teori og metoder.

	4. Kandidaten evner ikke å utarbeide en tilstrekkelig tydelig problemstilling og mål er uklart definert eller ikke beskrevet. Planlegging og gjennomføring av det ingeniørfaglige arbeidet er ikke akseptabelt. 5. Arbeidet fremstår beskjedent og fragmentarisk. Analyse og diskusjon er ikke tilstrekkelig faglig fundert og løst koblet til problemstillingen. Kandidaten viser ikke nødvendig evne til kritisk refleksjon, og skiller lite mellom eget og andres bidrag. 6. Fremstillingen har vesentlige mangler mht. form, formidling, struktur og språk.
--	--

Utfyllende beskrivelser av punktene som er brukt ved beskrivelse av trinnene i karakterskalaen for bacheloroppgaver i ingeniørfag:

Med arbeidet menes i beskrivelsene den skriftlige oppgaven og evt. produkt samt evt. muntlig presentasjon.

1. Generelt inntrykk

Helhetsinntrykk: Helhetsinntrykket av arbeidet.

Selvstendighet: I hvilken grad har kandidaten selv generert viktige elementer/problemstillinger/idéer i oppgaven? Kan kandidaten på selvstendig grunnlag finne fram til og benytte relevant litteratur og metoder, og gjennomføre et selvstendig forsknings- eller utviklingsprosjekt under veiledning? Vises det personlig initiativ? Hvilke typer hjelp og veiledning har kandidaten mottatt i ulike faser av arbeidet? Har kandidaten vist evne til å dra nytte av forskningsmiljøets fagkompetanse i eget arbeid?

Nivå: Vurdering av de enkelte kriterier gjøres i henhold til graden bachelor i ingeniørfag.

Tid: Det er en forutsetning for vurdering av arbeidet at det er levert innenfor normert tid.

2. Ingeniørfaglig innsikt

I hvilken grad er det ingeniørfaglige grunnlaget godt beskrevet? Er arbeidet satt inn i et helhetlig systemperspektiv og viser for eksempel livsløps-, miljømessig, helsemessig, samfunnsmessig, økonomisk, etisk perspektiv? I hvilken grad kan kandidaten(e) oppdatere sin kunnskap innenfor fagfeltet, både gjennom informasjonsinnhenting og kontakt med fagmiljøer og praksis?

3. Teoretisk innsikt

I hvilken grad dokumenterer arbeidet god teoretisk oversikt, fordypning i eget ingeniørfag samt kunnskap om relevant forskning og utvikling, metoder og arbeidsmåter?

4. Gjennomføring

Målbeskrivelse: I hvilken grad er problemstillingen med bakgrunn og mål presentert på en klar og forståelig måte?

Ferdighetsnivå: I hvilken grad dokumenterer arbeidet evne til å planlegge og gjennomføre et ingeniørfaglig arbeide (prosjekter, arbeidsoppgaver, forsøk og eksperimenter)? I hvilken grad dokumenteres evne til å framskaffe, vurdere, bruke og henvise til informasjon og fagstoff og framstille dette slik at det belyser en problemstilling?

5. Resultat

Resultatet: I hvilken grad bygger arbeidet på tidligere forsknings- og utviklingsarbeid? Viser arbeidet kvalitet og kreativitet, og bidrar det til nytenkning, innovasjon eller realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter, systemer og/eller løsninger?

Analyse og diskusjon: I hvilken grad er analyse og diskusjon faglig fundert og begrunnet og tydelig koblet til problemstillingen? I hvilken grad er evalueringen av resultatene bygget på en metodisk tilnærming?

Refleksjon: I hvilken grad gis en rimelig vurdering av betydningen av resultatene? Forholder kandidaten seg kritisk til ulike informasjonskilder? Er usikkerhetsmomenter, som metodefeil, målefeil og annet vurdert og diskutert? Er relevante fag-, yrkes-, samfunns- og forskningsetiske problemstillinger analysert?

Eget bidrag/måloppnåelse: I hvilken grad evner kandidaten(e) klart å skille eget bidrag fra andres (kilder og tydelige referanser)? I hvilken grad gir rapportens konklusjon en god fremstilling av i hvilken grad målene er nådd? Foreligger et fornuftig og begrunnet forslag til videre arbeid eller spredning, implementering eller bruk av resultatene?

6. Fremstilling

Struktur: Har det skriftlige arbeidet en strukturert og logisk oppbygning? Er arbeidet generelt oversiktlig? Er det benyttet en enhetlig stil for referanser, figurer og tabeller?

Form og formidling: I hvilken grad kommuniseres problemstilling og resultater med nødvendig faglig og språklig presisjon? I hvilken grad er rapporten godt lesbar med god språklig kvalitet? Hvilken kvalitet har figurer og tabeller? Hvilken kvalitet har evt. produkt? Hvilken kvalitet har evt. muntlig presentasjon?

Sensurskjema for ingeniørfaglig bacheloroppgave

Hvor mye av det enkelte vurderingspunkt som skal vektas kan settes opp i dialog med kandidaten(e) og eventuell veileder før arbeidet med bacheloroppgaven igangsettes.

Vurdering av:	Vekting i %	Vekting for aktuell oppgave (mulig eksempel for praktisk orientert oppgave)	Delpunkt	Kommentar	Vurdering	Endelig poengsum/karakter
1. Generelt inntrykk	10-15	10	Helhetsinntrykk Selvstendighet Nivå Tid			
2. Ingeniørfaglig innsikt	15-25	25	I tillegg til angitte vurderingskriterier kan delpunkt settes opp for den enkelte oppgave			
3. Teoretisk innsikt	15-25	15	I tillegg til angitte vurderingskriterier kan delpunkt settes opp for den enkelte oppgave			
4. Gjennomføring	15-25	20	Målbeskrivelse Ferdighetsnivå			
5. Resultat	15-25	20	Resultatet Analyse og diskusjon Refleksjon Eget bidrag/måloppnåelse			
6. Fremstilling	10-15	10	Struktur Form og formidling Arbeidsinnsats			
Sluttkarakter						

Kobling mellom poengsum og karakter (det er her benyttet samme skala som foreslått for vurdering av masteroppgaver i MNT-fag):

- A: 90-100 poeng
- B: 80-89 poeng
- C: 60-79 poeng
- D: 50-59 poeng
- E: 40-49 poeng
- F: 0-39 poeng

DEL 4 – Vedlegg, referanser og nyttige lenker

5.1 Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning – Norsk versjon



Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning

Dato	FOR-2018-05-18-870
Departement	Kunnskapsdepartementet
Ikrafttredelse	01.08.2018, 31.12.2023
Endrer	FOR-2011-02-03-107
Gjelder for	Norge
Hjemmel	LOV-2005-04-01-15-§3-2
Kunngjort	15.06.2018 kl. 15.40
Journalnr	2018-0532
Korttittel	Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning

Hjemmel: Fastsatt av Kunnskapsdepartementet 18. mai 2018 med hjemmel i [lov 1. april 2005 nr. 15](#) om universiteter og høyskoler (universitets- og høyskoleloven) § 3-2 annet ledd.

§ 1. Virkeområde og formål

Forskriften gjelder for universiteter og høyskoler som gir ingeniørutdanning, og som er akkreditert etter lov om universiteter og høyskoler § 1-2 og § 3-1.

Forskriften gjelder for 3-årig bachelorgrad i ingeniørfag. Forskriften definerer de nasjonale rammene for ingeniørutdanning.

Forskriftens formål er å sikre at utdanningsinstitusjonene tilbyr profesjonsrettet, integrert og forskningsbasert ingeniørutdanning med høy faglig kvalitet. Forskriften skal sikre at norsk ingeniørutdanning anerkjennes nasjonalt og internasjonalt som en kvalitativ god teknisk profesjonsutdanning i 1. syklus i høyere utdanning. Den skal sikre at utdanningene forholder seg til de standarder og kriterier som gjelder for ingeniørutdanning, og imøtekommer samfunnets nåværende og framtidige krav til ingeniører. Den skal sikre at utdanningen har et internasjonalt perspektiv og at kandidatene kan fungere i et internasjonalt arbeidsmiljø.

Forskriften skal sikre at institusjonene legger til rette for en integrert ingeniørutdanning med helhet og sammenheng mellom fag, emner, teori og praksis samt undervisningsmetoder og vurdering av studentene. Teknologiske, realfaglige og samfunnsfaglige temaer skal integreres og ses i sammenheng. Utdanningen skal tilrettelegge for og ivareta samspillet mellom etikk, miljø, teknologi, individ og samfunn.

§ 2. Læringsutbytte

Læringsutbyttebeskrivelsene er formulert med utgangspunkt i fastsatt Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for høyere utdanning (NKR).

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

Kunnskap

Kandidaten har bred kunnskap som gir et helhetlig systemperspektiv på ingeniørfaget generelt, med ferdypning i eget ingeniørfag.

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

Kandidaten har kunnskap om teknologiens historie, teknologiutvikling, ingeniørens rolle i samfunnet samt konsekvenser av utvikling og bruk av teknologi.

Kandidaten kjenner til forsknings- og utviklingsarbeid innenfor eget fagfelt, samt relevante metoder og arbeidsmåter innenfor ingeniørfaget.

Kandidaten kan oppdatere sin kunnskap innenfor fagfeltet, både gjennom informasjonsinnhenting og kontakt med fagmiljøer og praksis.

Ferdigheter

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.

Kandidaten har kunnskap om faglig relevant programvare og har bred ingeniørfaglig digital kompetanse, inkludert grunnleggende programmeringsferdigheter.

Kandidaten kan arbeide i relevante fysiske og digitale laboratorier og behersker metoder og verktøy som grunnlag for målrettet og innovativt arbeid.

Kandidaten kan identifisere, planlegge og gjennomføre ingeniørfaglige prosjekter, arbeidsoppgaver, forsøk og eksperimenter både selvstendig og i team.

Kandidaten kan finne, vurdere, bruke og henvise til informasjon og fagstoff og framstille dette slik at det belyser en problemstilling.

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

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.

Kandidaten kan identifisere sikkerhets-, sårbarhets-, personverns- og datasikkerhetsaspekter i produkter og systemer som anvender IKT.

Kandidaten kan formidle ingeniørfaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig og kan bidra til å synliggjøre teknologiens betydning og konsekvenser.

Kandidaten kan reflektere over egen faglig utøvelse, også i team og i en tverrfaglig sammenheng, og kan tilpasse denne til den aktuelle arbeidssituasjon.

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

§ 3.Struktur og innhold

For å oppnå graden bachelor i ingeniørfag må kandidaten ha bestått minst 180 studiepoeng bestående av følgende:

– Ingeniørfaglig basis: 30 studiepoeng med grunnleggende matematikk, ingeniørfaglig systemtenkning og innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder. Dette skal i hovedsak relateres til ingeniørutdanningen og legge grunnlaget for ingeniørfaget.

– Programfaglig basis: 50–70 studiepoeng med tekniske fag, realfag og samfunnsfag. Dette skal i hovedsak relateres til studieprogrammet og legge grunnlaget for fagfeltet.

– Teknisk spesialisering: 50–70 studiepoeng som gir en tydelig retning innen eget fagfelt, og som bygger på ingeniørfaglig basis og programfaglig basis. Dette skal i hovedsak relateres til studieretningen og legge grunnlaget for fagområdet.

– Valgfri emner: 20–30 studiepoeng som bidrar til videre faglig spesialisering, enten i bredden eller dybden.

Hvert emne skal ha et omfang på minimum 5 studiepoeng, og antall studiepoeng i et emne skal være delelig med 2.5.

En bacheloroppgave er obligatorisk for alle og skal inngå i teknisk spesialisering med minimum 20 studiepoeng. Oppgaven skal være forankret i reelle problemstillinger fra samfunns- og næringsliv eller forsknings- og utviklingsarbeid og bidra til innføring i vitenskapsteori og metode.

Institusjonene skal legge til rette for et internasjonalt semester og et internasjonalt perspektiv i utdanningen.

Utdanningene skal ha tett kontakt med relevant nærings- og arbeidsliv. Utdanningen skal gjennom laboratoriearbeid og praksis vise teknologiens anvendelser og utfylle den teoretiske delen av utdanningen. Studiepoenggivende praksis som er relevant i forhold til studentens tekniske spesialisering, kan inngå i valgfrie emner, eller med inntil 10 studiepoeng i tekniske spesialisering.

Studiemodell Y-vei

Institusjoner som ønsker å tilby ingeniørutdanning for søkere med grunnlag i relevant fagbrev (Y-vei), jf. § 3-3 i forskrift om opptak til høyere utdanning, skal utarbeide et eget tilrettelagt løp innenfor studieretningen for dette opptaksgrunnlaget. Dette løpet skal bygges opp slik at kandidatene som er tatt opp gjennom Y-vei, oppnår det samme læringsutbyttet som øvrige kandidater.

§ 4. Nasjonale retningslinjer, indikatorer og programplan

Det utarbeides nasjonale retningslinjer for emnegrupper og enkelte emner i ingeniørutdanningen og indikatorer for hva som kjennetegner ingeniørutdanning av høy internasjonal kvalitet.

Innenfor de gitte nasjonale rammene fastsetter den enkelte institusjon programplaner for ingeniørutdanning med bestemmelser om studieretninger og faglig innhold, uttrykt gjennom krav til læringsutbytte på program-, studieretning- og emnenivå. Programplanene skal videre inneholde bestemmelser om organisering, læringsformer og vurderingsordninger.

Programplanen skal legge til rette for faglig samarbeid mellom institusjoner og nasjonal og internasjonal mobilitet. Institusjonene skal ha tett kontakt med relevant arbeids- og næringsliv under utarbeidelsen av programplanen. Så langt det er faglig forsvarlig og mulig, bør det i programplanen legges til rette for fleksible studieløp. Programplanen skal vedtas av institusjonens styre.

§ 5. Fritaksbestemmelser

Det kan gis fritak for maksimalt 60 studiepoeng for 2-årig relevant fagskoleutdanning i tekniske fag. Det forutsettes at fagskoleutdanningen tilfredsstiller kravene for opptak til ingeniørutdanning.

For relevant fagbrev og praksis (Y-vei), jf. § 3, kan det gis fritak for maksimalt 30 studiepoeng.

Fritak skal føres på vitnemålet.

§ 6. Ikrafttredelse og overgangsregler

Forskriften trer i kraft 1. august 2018. Forskriften gjelder for studenter som tas opp fra og med opptak til studieåret 2019–2020. Institusjonene kan bestemme at denne forskriften skal gjelde for studenter som tas opp fra og med opptak til studieåret 2018–2019. Institusjonene kan også fastsette at deler av forskriften skal gjelde for studenter som er omfattet av tidligere forskrift om rammeplan.

Studenter som følger tidligere forskrift om rammeplan, har rett til å avlegge eksamen etter denne inntil 31. desember 2023. Fra dette tidspunktet oppheves [forskrift 3. februar 2011 nr. 107](#) om rammeplan for ingeniørutdanning.

5.2 Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning – Engelsk versjon

National Curriculum Regulations for Engineering Education

Legal authority: Laid down by the Ministry of Education and Research on 3 February 2011, with legal authority in section 3-2, second paragraph, of Act no. 15 of 1 April 2005 relating to universities and university colleges.

Section 1. *Scope and purpose*

The Regulations apply to universities and university colleges that provide engineering education and that are accredited in accordance with sections 1-2 and 3-1 of the Act relating to universities and university colleges.

The Regulations apply to the 3-year bachelor's degree in engineering subjects. The Regulations define the National Curriculum framework for engineering education.

The purpose of the Regulations is to ensure that the higher education institutions provide a professionally oriented, integrated and research-based engineering education of high academic quality. The Regulations are to ensure that Norwegian engineering education is nationally and internationally recognised as a qualitatively good programme of technical, professional education in the first cycle of higher education. They are to ensure that the study programmes follow the standards and criteria that apply to engineering education, and satisfy society's current and future demands relating to engineers. They are to ensure that the study programmes have an international perspective and that the graduates are able to function in an international working environment.

The Regulations are to ensure that the institutions facilitate an integrated engineering education with coherence and cohesion between subjects, courses, theory and practical training as well as teaching methods and assessments of the students. Technological, scientific and social science topics are to be integrated and considered in context. The education is to facilitate and safeguard the interaction between ethics, environment, technology, individual and society.

Enters into force 1 August 2018.

Section 2. *Learning outcomes*

The wording of the learning outcomes descriptors is based on the approved Norwegian Qualifications Framework (NQF).

A graduate who has completed and passed the 3-year bachelor's degree programme in engineering shall have achieved the following total learning outcomes defined in terms of knowledge, skills and general competence:

Knowledge

The graduate has broad knowledge that provides an integrated systems perspective on engineering in general, with specialisation in his/her own engineering subject.

The graduate has basic knowledge in mathematics, natural sciences and relevant social sciences and economics subjects and about how these may be integrated in the resolution of engineering problems.

The graduate has knowledge of the history of technology, the development of technology, the engineer's role in society as well as the consequences of the development and use of technology.

The graduate is familiar with research and development work in his/her own field, as well as relevant methods and ways of working in engineering.

The graduate is able to update his/her knowledge of the field, both by gathering information and through contact with professional communities and the field of practice.

Skills

The graduate can apply knowledge and relevant results of research and development to solve theoretical, technical and practical problems in engineering and explain his/her choices.

The graduate has knowledge about relevant software and possesses broad engineering-related digital competence, including basic programming skills.

The graduate is able to work in relevant physical and digital laboratories and masters methods and tools as a basis for goal-oriented and innovative work.

The graduate is able to identify, plan and carry out engineering projects, tasks, trials and experiments both independently and in teams.

The graduate is able to find, evaluate, use and refer to information and professional subject matter and present it in a manner that sheds light on a problem.

The graduate is able to contribute to new thinking, innovation and entrepreneurship by his/her participation in developing and realising sustainable, socially beneficial products, systems and/or solutions.

General competence

The graduate has insight into environmental, health-related, social and financial consequences of products and solutions in his/her field, and is able to put these into an ethical perspective and a life-cycle perspective.

The graduate can identify aspects relating to security, vulnerability, data protection and information security in products and systems that use ICT.

The graduate is able to communicate knowledge of engineering to different target groups, both in writing and orally, and is able to contribute to making the significance and consequences of technology visible.

The graduate is able to reflect on his/her own professional practice individually as well as in teams and an inter-disciplinary context, and is able to adjust this to the relevant working situation.

The graduate is able to contribute to the development of good practice by taking part in academic discussions in the subject area and sharing his/her knowledge and experiences with others.

Enters into force 1 August 2018.

Section 3. Structure and content

To obtain a bachelor's degree in engineering, the candidate must have earned at least 180 credits consisting of the following:

- Engineering basis: 30 credits of basic mathematics, engineering systems thinking and introduction to engineering occupational practice and working methods. These shall principally relate to the engineering education and lay a foundation for the engineering programme.

- Programme basis: 50–70 credits in technical subjects, natural sciences and mathematics and social sciences. These shall principally relate to the study programme and lay a foundation for the field of study.

- Technical specialisation: 50–70 credits that provide clear direction within the student's own field of study and build on the engineering basis and programme basis. These shall principally relate to the programme option and lay a foundation for the subject area.

– Elective subjects: 20-30 credits that contribute to academic specialisation, either in scope or in depth.

A course size must be at least 5 credits, and the number of credits must be divisible by 2.5.

A bachelor's thesis is compulsory for all candidates and is to comprise a minimum of 20 credits of the technical specialisation. The thesis must reflect real problems from society and the business sector or research and development activity, and contribute to an introduction to scientific theory and methods.

The institutions shall facilitate a study semester abroad and incorporate an international perspective in their study programme.

The study programmes must have close contact with relevant business activity and working life. The study programmes shall use laboratory work and practical training to show how technology may be applied and to supplement the theoretical part of the education. Practical training that awards credits and is relevant to the student's technical specialisation may count towards the elective subjects requirement or, to a maximum of 10 credits, technical specialisation.

Study model Y-path

Institutions wishing to offer engineering education to applicants with relevant vocational certificates (Y-path), cf. section 3-3 of the Regulations concerning Admission to Higher Education, must design a specially adapted path within the programme option for students with this admission background. This path shall be constructed so that the candidates admitted via the Y-path achieve the same learning outcomes as the other candidates.

Enters into force 1 August 2018.

Section 4. National guidelines, indicators and programme description

National guidelines for course groups and individual courses in engineering education and indicators for high international quality engineering education will be established.

Within the given National Curriculum framework, the individual institution determines programme descriptions for engineering education, with stipulations about programme options and academic content, articulated through requirements for learning outcomes at study programme, programme option and course level. The programme descriptions shall also contain provisions regarding organisation, teaching methods and assessment schemes.

The programme description shall facilitate academic collaboration between institutions and national and international mobility. The institutions must be in close contact with relevant working life and the business community when preparing the programme description. As far as it is academically sound and possible, the programme description should create a framework for flexible study paths. The programme description is to be approved by the institution's Board.

Enters into force 1 August 2018.

Section 5. Exemption provisions

An exemption may be granted for a maximum of 60 credits for relevant 2-year tertiary vocational education in technical subjects. It is a prerequisite that the tertiary vocational education meets the requirements for admission to engineering education.

For relevant vocational certificate and practical experience (Y-path), cf. section 3, an exemption may be granted for a maximum of 30 credits.

Any exemption must be stated on the diploma.

Enters into force 1 August 2018.

Section 6. *Entry into force and transitional rules*

The Regulations enter into force on 1 August 2018. The Regulations apply to students admitted as of the academic year of 2019–2020. The institutions may decide that these Regulations shall apply to students admitted as of the academic year of 2018–2019. The institutions may also determine that parts of the Regulations shall apply to students for whom the previous National Curriculum Regulations were applicable.

Students following the previous National Curriculum Regulations have the right to sit examinations in accordance with these until 31 December 2023. From this point in time, the National Curriculum Regulations for Engineering Education of 3 February 2011 no. 107 are repealed.

5.3 Forslag til hvordan læringsutbyttebeskrivelsene i forskriften kan tolkes

Læringsutbyttebeskrivelsene definerer hva studentene skal ha av kompetanse etter endt utdanning. Under er forslag til tolkning av læringsutbyttebeskrivelsene i *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning* av 18. mai 2018.

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 profesjonskunnskap for å utvikle ferdigheter og generell kompetanse. Systemanalyse og utvikling av systemer og løsninger er grunnleggende krav fra næringslivet til dagens og fremtidens ingeniører. Bacheloroppgaven er et viktig bidrag til å oppfylle dette læringsutbyttet.*
- 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 IKT, er et viktig fundament i utdanningen, 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 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 - fra den første, via den andre og tredje industrielle revolusjon til den fjerde industrielle revolusjon (Industri 4.0/ cyber fysiske systemer/ Internet of Things, IoT) henger sammen med utviklingen innenfor grunnleggende naturvitenskap og digitalisering. Samfunnet preges og formes kontinuerlig av ny teknologi. 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, viktig i ansvarlig yrkesutøvelse. 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 miljø- og 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. Krittisk, reflektert og bevisst tenkning stimuleres gjennom forskningsforankring i studiene samt erfaring med 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, å ha lært og lære som grunnlag for livslang læring, er en viktig kvalifikasjon etter endt studietid. Med den raske kunnskapsutviklingen som er i dag er dette en helt sentral ferdighet for en ingeniør.

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 kunnskap om faglig relevant programvare og har bred ingeniørfaglig digital kompetanse, inkludert grunnleggende programmeringsferdigheter.
- Den digitale kompetansen i studietilbudene må kontinuerlig utvikles relatert til de emner som inngår i studietilbudene og den ingeniørprofesjonen kandidatene utdannes til. Studietilbudene må forberede studentene på fremtidens arbeidsmarked og endringer i arbeidslivet. Det har skjedd et skifte i hva ingeniørene må kunne i tillegg til det tradisjonelle ingeniørfaglige. Det er viktig at studietilbudene fortsatt gir en solid ingeniørfaglig grunnkompetanse, men denne må tilpasses den nye hverdagen i yrkesfeltet når det gjelder digital kompetanse. Realistiske problemstillinger, der digitale verktøy, programmering og beregningsorientering inngår, er en forutsetning for å kunne bidra i denne utviklingen.*
- LU-F-3:** Kandidaten kan arbeide i relevante fysiske og digitale laboratorier og behersker metoder og verktøy som grunnlag for målrettet og innovativt arbeid.
- Ingeniørfag er anvendelse av realfag, teknologifag og samfunnsfag på både konkrete, praktiske og nyskapende problemstillinger. Det har betydning både for motivasjon og læring at studentene møter både teori og praksis, og ser disse i sammenheng. Ingeniørers praksishverdag er i dag ofte digital, og simuleringer er en viktig del av praksisen. En algoritmisk tilnærming til problemløsning der maskinlæring (ML) og kunstig intelligens (AI) inngår er hverdagen for mange ingeniører. Studentene må tilegne seg ferdigheter i bruk av relevante faglige metoder, verktøy og teknologiske hjelpemidler for å utøve ingeniørprofesjonen. I motsetning til tidligere krever også fysiske laboratorier som oftest digital kompetanse. Målrettet og innovativt arbeid innebærer både kreativt, analytisk og strukturert arbeid.*
- LU-F-4:** 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 både selvstendig og i team. Profesjonen innebærer en evne til å se muligheter og gjøre noe med dem.*
- LU-F-5:** Kandidaten kan finne, vurdere, bruke og henvise 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-6: 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 bærekraft utfordrer studentenes evne til nytenkning og innovasjon, og deres ferdigheter i å utvikle, vurdere og realisere produkter, systemer og løsninger i et helhetlig, bærekraftig 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 funksjon og økonomi det viktigste. 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, og ikke minst behovet for bærekraftig utvikling, gjør systemtenkning og helhetsforståelse til en sentral del av ingeniørens arbeid fremover.

LU-G-2: Kandidaten kan identifisere sikkerhets-, sårbarhets-, personverns- og datasikkerhetsaspekter i produkter og systemer som anvender IKT.

I et samfunn med økt digitalisering, hvor IKT er sentralt på alle områder, både i privatlivet og arbeidslivet, er sårbarhet og risiko som en følge av dette en stor utfordring. IKT-sikkerhet som fagområde skal bidra til å håndtere disse utfordringene. Behovet for kompetanse om IKT-sikkerhet er derfor sterkt økende, ikke bare som eget fagområde, men også som en integrert del av ingeniørutdanningene.

LU-G-3: Kandidaten kan formidle ingeniørfaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig 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 (for eksempel rapporter, forskningsartikler, populærvitenskaplig artikler, poster, kronikker, sosiale medier, dataverktøy, digitale samhandlingsverktøy og andre teknologiske løsninger/verktøy). Mange bedrifter opererer i et internasjonalt marked og benytter engelsk som arbeidsspråk. Kommunikasjon og formidling er sentralt i utviklingsprosesser, løsningsgenerering og beslutningsprosesser, og er viktig i ingeniørers yrkesutøvelse.

LU-G-4: 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. Høy faglig kvalitet i forhold til spesifikasjoner og krav, for eksempel til helse, miljø og sikkerhet er nødvendig. Dette må kandidaten kunne vurdere. For at samarbeid skal fungere godt er det nødvendig å utvikle en bevissthet om egne kunnskaper, ferdigheter og evne til å bidra i teamarbeid. Forståelse for og ferdigheter i teamarbeid forutsetter respekt for andre fagområder, fagpersoner og arbeidsmåter.

LU-G-5:

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 bærekraftig måte. Dette krever trening. Å dele kunnskap og erfaringer, gi og få tilbakemeldinger, lære å sette pris på og vurdere tilbakemeldinger samt å aktivt bruke tilbakemeldinger, fra for eksempel medstudenter, lærere og teknologi, for å videreutvikle praksis er viktig i utvikling av faglige kvalifikasjoner og i ingeniørpraksis

5.4 Læringsutbyttebeskrivelser for fagfelt

5.4.1 Læringsutbyttebeskrivelse for bygg

En kandidat med fullført og bestått 3-årig bachelorgrad byggingeniør 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 grunnleggende naturvitenskapelig og teknologisk 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 kan anvende faglig relevant programvare og har bred ingeniørfaglig digital kompetanse, inkludert grunnleggende programmeringsferdigheter.
- LU-B-F-3:** Kandidaten kan arbeide i relevante fysiske og virtuelle digitale laboratorier og behersker metoder og verktøy som grunnlag for målrettet og innovativt arbeid.
- LU-B-F-4:** Kandidaten kan identifisere, planlegge og gjennomføre byggfaglige prosjekter, arbeidsoppgaver, forsøk og eksperimenter både selvstendig og i team.
- LU-B-F-5:** Kandidaten kan finne, vurdere behov, samt bruke og henvise til informasjon og fagstoff og framstille dette slik at det belyser en problemstilling.
- LU-B-F-6:** 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, samfunnsmessige 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 identifisere sikkerhets-, sårbarhets-, personverns- og datasikkerhetsaspekter i produkter og systemer som anvender IKT.
- LU-B-G-3:** Kandidaten kan formidle byggfaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig og kan bidra til å synliggjøre teknologiens betydning og konsekvenser.
- LU-B-G-4:** 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-5: Kandidaten kan bidra til utvikling av god praksis gjennom å delta i faglige diskusjoner innenfor fagområdet og dele sine kunnskaper og erfaringer med andre.

5.4.2 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 programvareutvikling og utviklingsmetodikk, algoritmisk problemløsning, grensesnitt og interaksjon, universell utforming, programmeringsspråk og paradigmer, operativsystemer, databaser, data- og programvaresikkerhet, samt generelle prinsipper for oppbygging og arkitektur av datamaskiner, datanettverk, distribuerte og samtidige datasystemer.
- LU-D-K-2:** Kandidaten har bred ingeniørfaglig og digital kompetanse, har grunnleggende kunnskaper i matematikk, naturvitenskap, samt relevante samfunns- og økonomifag, og har kunnskap om hvordan disse kan benyttes i informasjons- og kommunikasjonsteknologisk problemløsning.
- LU-D-K-3:** Kandidaten har kunnskap om teknologiens historie, teknologiutvikling, ingeniørens rolle i samfunnet, relevante lovbestemmelser knyttet til bruk av datateknologi og utvikling av programvare, spennvidden i informasjons- og kommunikasjonsteknologi som muliggjørende teknologi, og har kunnskaper om ulike konsekvenser ved bruk av informasjons- og kommunikasjonsteknologi.
- LU-D-K-4:** Kandidaten kjenner til forsknings- og utviklingsarbeid innenfor informasjons- og kommunikasjonsteknologifeltet, prinsippene for universell utforming, samt relevante metoder og arbeidsmåter for utvikling og evaluering av programvare- og datasystemer.
- LU-D-K-5:** Kandidaten kan oppdatere sin kunnskap innenfor informasjons- og kommunikasjonsteknologifeltet, både gjennom informasjons- innhenting 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 basert på parametre som korrekthet, funksjonalitet, effektivitet, brukbarhet og ressursbruk.
- LU-D-F-2:** Kandidaten kan anvende operativsystemer, systemprogramvare samt plattformer for beregnings-, lagrings- og nettverksressurser for utvikling og drift av datasystemer.
- LU-D-F-3:** Kandidaten kan arbeide i datalaboratorier og behersker metoder og verktøy som grunnlag for målrettet og innovativt arbeid. Dette inkluderer ferdigheter for spesifisering av krav, analyse, modellering, abstraksjon, testing, validering og verifikasjon samt utvikling, integrasjon, og evaluering av datasystemer. Kandidaten kan anvende operativsystemer, systemprogramvare og datanettverk samt programmeringsverktøy, modelleringsverktøy og systemutviklingsmiljø.
- LU-D-F-4:** Kandidaten kan identifisere, planlegge og gjennomføre informasjon- og kommunikasjonsteknologiske prosjekter, arbeidsoppgaver, forsøk og eksperimenter både selvstendig og i team. Kandidaten behersker ulike systemutviklingsmetodikker, kan relatere dem og kan velge metodikk til ulike typer datateknologiske systemutviklingsprosjekter.
- LU-D-F-5:** Kandidaten kan finne, vurdere, bruke og henvise til informasjon og fagstoff og framstille dette slik at det belyser en datateknologisk problemstilling.

LU-D-F-6: Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon og entreprenørskap gjennom deltakelse i utvikling og realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter, systemer og/eller løsninger der informasjons- og kommunikasjonsteknologi inngår.

Generell kompetanse

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

LU-D-G-2: Kandidaten kan identifisere sikkerhets-, sårbarhets-, personverns- og datasikkerhetsaspekter i datateknologiske systemløsninger samt integrere og konfigurere standardiserte komponenter for data- og programvaresikkerhet herunder konfidensialitet og tilgjengelighet, informasjonskvalitet og integritet.

LU-D-G-3: Kandidaten kan formidle kunnskap om informasjons- og kommunikasjonsteknologi 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-4: Kandidaten kan reflektere over egen faglig utøvelse i informasjons- og kommunikasjonsteknologifeltet, også i team og i en tverrfaglig sammenheng, og kan tilpasse denne til den aktuelle arbeidssituasjon.

LU-D-G-5: Kandidaten kan bidra til utvikling av god praksis gjennom å delta i faglige diskusjoner innenfor informasjons- og kommunikasjonsteknologifeltet og dele sine kunnskaper og erfaringer med andre.

5.4.3 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 kan anvende fagrelevant programvare og har relevante programmeringsferdigheter.
- LU-E-F-4:** Kandidaten kan arbeide i relevante laboratorier og behersker målemetoder, feilsøkningsmetodikk og bruk av relevante instrumenter.
- LU-E-F-5:** Kandidaten kan identifisere, planlegge og gjennomføre ingeniørfaglige prosjekter, arbeidsoppgaver, forsøk og eksperimenter både selvstendig og i team.
- LU-E-F-6:** Kandidaten kan finne, vurdere, bruke og henvise 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 identifisere sikkerhets-, sårbarhets- og personvernsaspekter i produkter og systemer som anvender IKT.
- LU-E-G-3:** Kandidaten kan formidle elektrofaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig, og kan bidra til å synliggjøre elektroteknologiens betydning og konsekvenser.
- LU-E-G-4:** 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-5:** Kandidaten kan bidra til utvikling av god praksis gjennom å delta i faglige diskusjoner innenfor fagområdet og dele sine kunnskaper og erfaringer med andre.

5.4.4 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 grunnleggende kjemifag som generell kjemi, miljøkjemi, organisk kjemi, fysikalsk kjemi, analytisk kjemi og kjemiteknikk. Dette gir et helhetlig perspektiv på kjemiingeniørens fagområde inkludert aktuelle klima- og miljøutfordringer.
- 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 kunnskap og relevante resultater fra forsknings- og utviklingsarbeid for å løse teoretiske, tekniske og praktiske kjemirelaterte problemstillinger. Kandidaten kan foreslå tekniske løsningsalternativer samt analysere og kvalitetssikre resultatene.
- LU-K-F-2: Kandidaten har grunnleggende programmeringsferdigheter og kan anvende dataverktøy og relevante data- og simuleringsprogrammer innen kjemifagene.
- LU-K-F-3: Kandidaten kan anvende HMS-data og ROS-analyser og håndtere kjemikalier forskriftsmessig. Kandidaten kan beherske metoder innen spektroskopi, kromatografi og elektrokjemi som bidrar til både analytisk og innovativt arbeid. Kandidaten kan dokumentere analyseresultater i laboratoriejournaler og skrive rapporter ut fra standardiserte metoder.
- LU-K-F-4: Kandidaten kan identifisere, planlegge og gjennomføre kjemirelaterte ingeniørfaglige prosjekter, arbeidsoppgaver, forsøk og eksperimenter både selvstendig og i team.
- LU-K-F-5: Kandidaten kan finne og vurdere informasjon, litteratur og fagstoff. Kandidaten kan framstille dette slik at det belyser en problemstilling, både skriftlig og muntlig.
- LU-K-F-6: 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, samfunnsmessige og økonomiske konsekvenser av kjemiske produkter og prosesser og kan sette dette i et etisk perspektiv og i et livsløpsperspektiv.

- LU-K-G-2: Kandidaten har innsikt i sikkerhets-, sårbarhets-, personverns- og datasikkerhetsaspekter i produkter og systemer som anvender IKT.
- LU-K-G-3: Kandidaten kan formidle kjemisk ingeniørfaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig og kan bidra til å synliggjøre teknologiens betydning og konsekvenser.
- LU-K-G-4: Kandidaten kan reflektere over egen faglig utøvelse, også i team og i en tverrfaglig sammenheng, og kan tilpasse denne til den aktuelle arbeidssituasjon.
- LU-K-G-5: Kandidaten kan delta i faglige diskusjoner, har respekt og åpenhet for andre fagområder og bidra i tverrfaglig arbeid.

5.4.5 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/eller 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 teknologi.
- LU-M-K-4:** Kandidaten kjenner til forsknings- og utviklingsarbeid, relevant metodikk og arbeidsmåte innen faget.
- 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 naturvitenskapelige og teknologiske emner for å formulere, spesifisere, planlegge og løse tekniske problemer på en velbegrunnet og systematisk måte.
- LU-M-F-2:** Kandidaten kan benytte faglig relevant programvare og har grunnleggende programmeringsferdigheter og god grunnleggende digital kompetanse.
- LU-M-F-3:** Kandidaten behersker utviklingsmetodikk, og kan anvende programmer for modellering og simulering og kan realisere tekniske løsninger.
- LU-M-F-4:** 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-5:** Kandidaten kan finne, vurdere og utnytte teknisk viten på en kritisk måte innen faget, og kommunisere dette både skriftlig og muntlig slik at det belyser en problemstilling.
- LU-M-F-6:** Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon, kvalitetsstyring og entreprenørskap ved utvikling og realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter og systemer.

Generell kompetanse

- LU-M-G-1:** Kandidaten har innsikt i miljømessige, helsemessige, samfunnsmessige og økonomiske konsekvenser av produkter og løsninger innenfor faget og kan sette disse i et etisk perspektiv og et livsløpsperspektiv.
- LU-M-G-2:** Kandidaten kan identifisere sikkerhets-, sårbarhets-, personverns- og datasikkerhetsaspekter i produkter og systemer som anvender IKT.
- LU-M-G-3:** 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-4:** 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-5:** Kandidaten kan bidra til utvikling av god praksis gjennom å delta i faglige diskusjoner innenfor fagområdet og dele sine kunnskaper og erfaringer med andre.

5.5 Overgang til mastergradsstudier og vilkår for bruk av tilleggsbetegnelsen sivilingeniør (siv.ing.) på vitnemål

Vilkår for bruk av tilleggsbetegnelsen sivilingeniør

I Forskrift nr. 1574 om grader og yrkesutdanninger, beskyttet tittel og normert studietid ved universiteter og høyskoler § 54. Beskyttede titler står det «Utdanningsinstitusjoner med rett til å tildele mastergrad i teknologiske fag kan gi den beskyttede tittelen sivilingeniør (siv.ing.) som tilleggsbetegnelse på vitnemål.» Da dette ble lagt til i forskriften i 2015, forutsatte Kunnskapsdepartementet at utdanningsinstitusjonene samordner sin praksis og ved hjelp av Nasjonalt Råd for Teknologisk utdanning (NRT, nå en del av UHR-MNT) kommer frem til en enighet om nærmere vilkår for bruk av denne tilleggsbetegnelsen.

Dette dokumentet beskriver vilkårene som en arbeidsgruppe nedsatt av UHR-MNT har kommet frem til gjennom en prosess i 2022. Et forslag ble lagt frem på møte i UHR-MNT 24. november 2022, og UHR-MNT vedtok vilkår for bruk av tilleggsbetegnelsen sivilingeniør (UHR-MNT sak 22/51). En ny arbeidsgruppe ble samtidig vedtatt nedsatt for å foreta en videre justering av et gjenværende tema, og UHR-MNT vedtok deres endringsforslag i sitt møte 11-12. mai 2023.

Retningslinjene trer i kraft fra studieåret 2024/2025. Institusjoner som tilbyr utdanninger som gir tilleggsbetegnelsen sivilingeniør på vitnemål, kan selv velge om de vil følge retningslinjene fra høsten 2023. Fra 2024 ber vi alle institusjoner som tilbyr utdanninger som gir tilleggsbetegnelsen sivilingeniør følge retningslinjene vedtatt på UHR-MNT enhetsmøter 24.-25. november 2022 og 11.-12. mai 2023.

Kjennetegn ved sivilingeniørutdanninger

På et overordnet nivå kjennetegnes en sivilingeniørutdanning ved et omfattende fundament i realfag og en stor fordypning i eget ingeniørfag, samt tydelige innslag av tverrfaglighet og et fokus på å utvikle profesjonskompetanse.

Overordnede prinsipper

Det er det enkelte *studieprogram* eller studieretning som vurderes for bruk av tilleggsbetegnelsen, ikke den enkelte student. Et studieprogram eller en studieretning kan gi tilleggstittlen når *opptakskrav* og *studieplan* sikrer at alle studenter som fullfører studieprogrammet eller studieretningen oppfyller kravene beskrevet i dette dokumentet.

Når det videre i retningslinjene stilles krav om et minste omfang i studiepoeng, for eksempel i det som omtales som «realfaglig basis», kan noe av dette inngå som del av emner som integrerer kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse fra «realfaglig basis», «ingeniørfag» eller «Ikke-MNT-fag», som er de tre faginndelingene som brukes i retningslinjene.

Profesjonskompetanse

For bachelor i ingeniørfag stilles det i forskrift om rammeplan krav til at studiene er praksisnære. I forskriften står det: «Utdanningene skal ha tett kontakt med relevant nærings- og arbeidsliv. Utdanningen skal gjennom laboratoriearbeid og praksis vise teknologiens anvendelser og utfylle den teoretiske delen av utdanningen».

Dette representerer et *minimumskrav* til profesjonskompetanse for å benytte tilleggsbetegnelsen sivilingeniør, men profesjonskompetanse utover dette anbefales. NTNU har for eksempel krav om 12 uker arbeidslivserfaring for det 5-årige studiet og 6 uker for det 2-årige. Denne arbeidslivserfaringen er profesjonskompetanse som kandidatene må opparbeide seg uten at det gir studiepoeng. Studiepoenggivende praksis innen ingeniørfaget kan også inngå i studieplanen.

Femårige masterprogram

Opptakskravet er generell studiekompetanse, samt Matematikk R1 og R2, og Fysikk 1.

Femårige sivilingeniørprogram omfatter 300 studiepoeng. Innenfor rammen på 300 studiepoeng, stilles følgende *minimumskrav* til fagsammensetning for at et studieprogram skal kunne gi tilleggsbetegnelsen sivilingeniør:

- **Realfaglig basis** (minst 45 studiepoeng)
 - Matematikk (minst 25 studiepoeng)
 - Statistikk (minst 5 studiepoeng)
 - Fysikk, eller fysikk og kjemi (minst 10 studiepoeng)
 - IKT (minst 5 studiepoeng)
- **Ingeniørfag** (minst 150 studiepoeng)
 - Innenfor studieprogrammets fagområde (minst 90 studiepoeng)
 - Utenfor studieprogrammets fagområde og nært tilgrensende fagområder (minst 7,5 studiepoeng)
- **Ikke-MNT-fag** (minst 15 studiepoeng)
- **Masteroppgave** (minst 30 studiepoeng)

Merknader:

- Innholdet i *IKT* skal være faglig relevant for studieprogrammet, ikke innføring i generelle IKT-verktøy.
- Når det gjelder studiepoengene i *ingeniørfag innenfor studieprogrammets fagområde* skal minst 45 studiepoeng komme fra masterdelen (de to siste studieårene) og ikke være grunnleggende emner.
- Studiepoengene utenfor studieprogrammets fagområde og nært tilgrensende fagområder skal ivareta breddeperspektivet i ingeniørfag-delen av utdanningen.
- Studiepoengene innen *Ikke-MNT-fag* skal ivareta en bredere tverrfaglighet og kan for eksempel være fra fagområder som økonomi, ledelse og språk.
- For sivilingeniørutdanninger som har et *sterkt innslag av ledelse og/eller økonomi*, kan økonomiske og/eller administrative emner erstatte ingeniørfag i et omfang på inntil 45 studiepoeng.

Toårige masterprogram

Opptakskravet til et toårig masterprogram som gir rett til å bruke tilleggsbetegnelsen skal være:

- Bachelor i ingeniørfag innen relevant fagområde eller tilsvarende utdanning, samt
- minst 25 studiepoeng i matematikk,
- minst 5 studiepoeng i statistikk og
- minst 7,5 studiepoeng i fysikk

Toårige sivilingeniør-program omfatter 120 studiepoeng. Innenfor rammen på 120 studiepoeng, stilles følgende *minimumskrav* til fagsammensetning for at et studieprogram skal kunne gi tilleggsbetegnelsen sivilingeniør:

- **Ingeniørfag** (minst 45 studiepoeng)
 - Innenfor studieprogrammets fagområde (minst 45 studiepoeng)
- **Ikke-MNT-fag** (minst 5 studiepoeng)
- **Masteroppgave** (minst 30 studiepoeng)

Merknader:

- Når det gjelder kravet *ingeniørfag innenfor studieprogrammets fagområde*, skal minst 45 studiepoeng ikke være grunnleggende emner.
- Studiepoengene innen *Ikke-MNT-fag* skal ivareta en bredere tverrfaglighet og kan for eksempel være fra fagområder som økonomi, ledelse og språk.
- Det er *ikke* krav om studiepoeng utenfor studieprogrammets fagområde og nært tilgrensende fagområder, siden dette antas dekket gjennom opptaksgrunnlaget.
- For sivilingeniørutdanninger som har et *sterkt innslag av ledelse og/eller økonomi*, kan økonomiske og/eller administrative emner erstatte ingeniørfag i et omfang på inntil 25 studiepoeng.

Vitnemål

Sivilingeniør (siv.ing.) er en sidetittel til master i teknologi/master i ingeniørfag. På vitnemålet skal dette framgå enten som 1) en del av kvalifikasjonen eller 2) som en tilleggsbetegnelse i form av følgende merknad på forsiden av vitnemålet: «Kandidaten har rett til å bruke den beskyttede tittelen sivilingeniør».

Det finnes ikke en offisiell engelsk oversettelse av tittelen sivilingeniør.

6 Referanser, litteratur og nyttige lenker

Listen med referanser, litteratur og nyttige lenker er ment både som referanser for kilder som er brukt og vist til i teksten, men også som inspirasjon til videre lesning og kilder som kan brukes i arbeidet med å utvikle utdanningene. Listen går med andre ord ut over det som er direkte brukt i teksten. Den er sortert alfabetisk. Lenker som er lagt inn er besøkt ved ferdigstilling av retningslinjene og fungerte da.

Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) (USA): <http://www.abet.org>

Ajjawi, R., Boud, D., Dawson, P., & Tai, J. (Eds.). (2018). Developing Evaluative Judgement in Higher Education. Routledge.

Ashwin, P., Boud, D., Calkins, S., Coate, K., Hallett, F., Light, G., ... & McCune, V. (2020). Reflective teaching in higher education. Bloomsbury Publishing.

Baird, J.A., Hopfenbeck, T.N., Newton, P., Stobart, G., Steen-Utheim, A. (2014): Assessment and learning. State of the field review.

Benchmark Engineering, Civil Engineering: <https://www.bm-eng.com/>

Biggs, J., & Tang, C. (2003). Teaching for quality learning at university. Buckingham: SRHE.

Boud, D. (2000). Sustainable assessment: rethinking assessment for the learning society. Studies in continuing education, 22(2), 151-167.

Carless, D., & Boud, D. (2018). The development of student feedback literacy: enabling uptake of feedback. Assessment & Evaluation in Higher Education, 43(8), 1315-1325.

Damsa, C., de Lange, T., Elken, M., Esterhazy, R., Fossland, T., Frølich, N., ... & Stensaker, B. (2015). Quality in Norwegian Higher Education: A review of research on aspects affecting student learning.

Diku (2019a). Norske studenter på utveksling. Variasjon mellom institusjoner og fagområder. Rapportserie nr. 1 <https://diku.no/rapporter/diku-rapportserie-01-2019-norske-studenter-paa-utveksling>

Diku (2019b). Strategier for internasjonalisering ved norske universiteter og høyskoler. Notatserie nr. 2 <https://diku.no/rapporter/dikus-notatserie-2-2019-strategier-for-internasjonalisering-ved-norske-universiteter-og-hoegskoler>

Diku (2019c). Tilstandsrapport for høyere utdanning 2019. Rapportserie nr. 5 <https://diku.no/rapporter/diku-rapportserie-05-2019-tilstandsrapport-for-hoeyere-utdanning-2019>

Diku (2020a). Samarbeid mellom høyere utdanning og arbeidsliv. Internasjonale perspektiv. Rapportserie nr. 1 <https://diku.no/rapporter/dikus-rapportserie-1-2020-samarbeid-mellom-hoeyere-utdanning-og-arbeidsliv-internasjonale-perspektiv>

Diku (2020b). Tilstandsrapport for høyere utdanning 2020. Rapportserie nr. 3, 2020. <https://diku.no/rapporter/diku-rapportserie-03-2020-tilstandsrapport-for-hoeyere-utdanning-2020>

Double, K. S., McGrane, J. A., & Hopfenbeck, T. N. (2019). The Impact of Peer Assessment on Academic Performance: A Meta-analysis of Control Group Studies. Educational Psychology Review

Engineering Council (Storbritannia): <http://www.engc.org.uk>

European commission: Circular Economy - Action Plan For a Cleaner and more Competitive Europe https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf

European Network for Engineering Accreditation (ENAE): <https://www.enaee.eu/>

European Society for Engineering Education (SEFI): <http://www.sefi.be/>

EU-kommisjonens handlingsplan for sirkulær økonomi: https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf

Federation of Professional Engineers (FEANI): <https://www.feani.org/>

Excited SFU, Hvordan forberede og lede læringsaktiviteter i disse koronatider
<https://www.ntnu.no/web/excited/hvordan-forberede-og-lede-l%C3%A6ringsaktiviteter-i-disse-koronatider>

Forskrift om ansettelse og opprykk i undervisnings- og forskerstillinger
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-02-09-129> og endring av denne
<https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2018-09-12-1322>

Forskrift om kvalitetssikring og kvalitetsutvikling i høyere utdanning og fagskoleutdanning (studiekvalitetsforskriften), <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-02-01-96> og endring av denne
<https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2018-01-03-6>

Forskrift om tilsyn med utdanningskvaliteten i høyere utdanning (studietilsynsforskriften)
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-02-07-137>

Graham, R. (2018) [Global state of the art in engineering education](#)

Griffiths, R. (2004) Knowledge production and the research-teaching nexus: the case of the built environment disciplines, *Studies in Higher Education*, 29 (6): 709-26.

Healey, M. (2005) Linking research and teaching: Exploring disciplinary spaces and the role of inquiry-based learning. In R. Barnett, *Reshaping the University: New Relationships between Research, Scholarship and Teaching* (pp. 67-78). Maidenhead, UK: Open University Press

Independent Group of Scientists appointed by the Secretary-General, *Global Sustainable Development Report (2019). The Future is Now – Science for Achieving Sustainable Development*, (United Nations, New York, 2019). https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24797GSDR_report_2019.pdf

Jakobsen, M. M., & Anderson, R. (2015). Utdanningskvalitet, teknologi og realfag - en vitenskapelig tilnærming til undervisning og læring. Uniped 04/2015 <https://www.idunn.no/uniped/2015/04>

Kunnskapsdepartementet (2017). Digitaliseringsstrategi for universitets- og høyskolesektoren 2017-2021
<https://www.regjeringen.no/contentassets/779c0783ffee461b88451b9ab71d5f51/no/pdfs/digitaliseringsstrategi-for-universitets-og-hoysk.pdf>

Kvalifikasjonsrammeverket - Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for høyere utdanning - Lenke til nivåer og læringsutbyttebeskrivelser
https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/vedlegg/uh/utbyttebeskrivelser_kvalifikasjonsrammeverk_endelig_mars09.pdf

Malmqvist, J., Edström, K. & Hugo, R. (2017). A proposal for introducing optional CDIO standards. *Proceedings of the 13th International CDIO Conference*, University of Calgary, Calgary, Canada, June 18-22, 2017

Meld. St. 16 (2016-2017). Kultur for kvalitet i høyere utdanning. Kunnskapsdepartementet
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-20162017/id2536007/>

Meld. St. 4 (2018-2019). Langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2019-2028. Kunnskapsdepartementet <https://www.regjeringen.no/no/tema/forskning/innsiktsartikler/langtidsplan-for-forskning-og-hoyere-utdanning2/id2615974/>

- Meld. St. 7 (2020-2021). En verden av muligheter. Internasjonal studentmobilitet i høyere utdanning. Kunnskapsdepartementet
<https://www.regjeringen.no/contentassets/3e623f4c93b04cbcad289224d06de84/no/pdfs/stm202020210007000dddpdfs.pdf>
- Molloy, E., Boud, D., & Henderson, M. (2019). Developing a learning-centred framework for feedback literacy. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 1-14.
- National Committee SDG (2020). Quality in higher education: Developing a platform for sharing of ideas and practices within the universities. Report from working group. https://khrono.no/files/2020/02/06/sdg_quality_in_higher_education_report_feb_2020.pdf
- Nasjonalt fagorgan for IKT, 2020: Veiledende nasjonale retningslinjer for læringsutbyttebeskrivelser fagområde dataingeniør fra Nasjonalt Fagorgan for IKT
- Nerland, M., & Prøitz, T. S. (2018). Pathways to quality in higher education: case studies of educational practices in eight courses.
- NOKUT (2008). Evaluering av ingeniørutdanningen i Norge 2008. Sammendrag av viktige konklusjoner og anbefalinger.
https://www.nokut.no/contentassets/40568ec86aab411ba43c5a880ae339b5/ingeva_nokut_sammendrag.pdf
- NOKUT (2012). FoU-basert profesjonsutdanning. Erfaringer fra evaluering av allmennlærer-, ingeniør- og førskolelærerutdanningen. NOKUTs utredninger og analyser. Rapport nr. 2012-1, ISSN 1892-1604
https://www.nokut.no/contentassets/9989482e51f1473786a8037c4b71b46d/lid_stein_erik_fou-basert-profesjonsutdanning_2012_1.pdf
- NOKUT (2017). Veiledning til NOKUTs studietilsynsforord. NOKUTs veiledninger. Revidert 2018.
https://www.nokut.no/siteassets/tilsyn-og-kvalitetsarbeid/291018_veiledning-til-kap-4_revidert.pdf
- NOKUT (2018). Tilsyn med bachelor ingeniørfag bygg. NOKUTs tilsynsrapporter.
https://www.nokut.no/globalassets/nokut/rapporter/tilsyn-studietilbud/2018/tilsyn_med_bachelor_ingeniorfag_statusrapport_juni_2018.pdf
- NOKUT (2019). Rettstilstanden for praksis i høyere utdanning. Del av prosjektet Operasjon praksis 2018-2020. NOKUTs utredninger og analyser.
https://www.nokut.no/globalassets/nokut/rapporter/ua/2019/gjeitanger_rettstilstanden-for-praksis-i-hoyere-utdanning_15-2019.pdf
- NOU (2020). Fremtidige kompetansebehov III. Læring og kompetanse i alle ledd. 2020: 2
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2020-2/id2689744/>
- Price, M., Rust, C., O'Donovan, B., Handley, K., & Bryant, R. (2012). *Assessment literacy: The foundation for improving student learning*. Oxford Centre for Staff and Learning Development, Oxford Brookes University.
- Sambell, K., McDowell, L., & Montgomery, C. (2012). *Assessment for learning in higher education*. Routledge.
- SEFI (2013). *A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education*. A Report of the Mathematics Working Group. Publisher: European Society for Engineering Education (SEFI), Brussels, ISBN: 978-2-87352-007-6, <http://sefi.htw-aalen.de/>
- Steen-Utheim, A. T. (2019). Students' sense making of feedback. Dialogue, interaction and emotions.
- Sutton, P. (2012). Conceptualizing feedback literacy: Knowing, being, and acting. *Innovations in Education and Teaching International*, 49(1), 31-40.

UHR (2010). Utdanning + FoU = Sant. Rapport fra arbeidsgruppe nedsatt av Universitets- og høyskolerådet, <https://www.uhr.no/ressurser/forskrifter-utredninger-og-rapporter/utredninger-og-rapporter/>

Uniped (2015). Utdanningskvalitet i teknologi og realfag - en vitenskapelig tilnærming til undervisning og læring, Uniped 04/2015, <https://www.idunn.no/uniped/2015/04>

UNIT, Handlingsplan for digitalisering i høyere utdanning og forskning <https://www.unit.no/handlingsplan-digitalisering>

UNIT, Ressursside digital utdanning: <https://www.unit.no/digital-utdanning>

Universitets- og høyskolerådet, UHR: <https://www.uhr.no/> - Fagstrategisk enhet UHR-MNT
<https://www.uhr.no/strategiske-enheter/fagstrategiske-enheter/uhr-matematikk-naturvitenskap-og-teknologi/>

Universitetsavisa (2020) Tips til digitalisering i rekordfart
<https://www.universitetsavisa.no/koronavirus/2020/03/13/Tips-til-digitalisering-i-rekordfart-21339143.ece>

Winstone, N. E., Nash, R. A., Parker, M., & Rowntree, J. (2017). Supporting learners' agentic engagement with feedback: A systematic review and a taxonomy of recipience processes. *Educational Psychologist*, 52(1), 17-37.

Wisniewski, B., Zierer, K., & Hattie, J. (2019). The power of feedback revisited: A meta-analysis of educational feedback research. *Frontiers in Psychology*, 10, 3087.