

Peer evaluation av studieprogrammet Industriell kjemi og bioteknologi (MTKJ, MIKJ) og masterprogram kjemisk prosessteknologi (MSCHEMENG)

Introduksjon

I følge mandatet for evalueringen skal den periodiske evalueringen vurdere studieprogrammets helhetlige kvalitet, strategisamsvar og samfunnsrelevans. Blant overordnede aspekter skal følgende evalueres i henhold til NTNUs retningslinjer:

- Rekruttering og arbeidslivsrelevans
- Studentenes gjennomføring
- Læringsmiljø og infrastruktur knyttet til programmet

Basert på de årlige studieprogramevalueringene eller spesifikke utfordringer velges hovedfokus for den periodiske evalueringen. Den periodiske evalueringen skal gi grunnlag for å vurdere hvorvidt studieprogrammet skal videreføres i nåværende form, endres eller legges ned.

Evalueringen av studieprogrammene MTKJ/MIKJ og MSCHEMENG ble gjennomført som en peer evaluation med DTU.

Programmene ble delt inn i to grupper med tilhørende partnerprogram ved DTU. De studieprogrammene som er omfattet av denne rapporten er

NTNU – MTKJ, MIKJ og MSCHEMENG

Peeravaluation ble gjort sammen med MSc i Kjemisk og biokjemisk teknologi ved DTU.

Deltagere fra NTNU

- Turid Rustad (programrådsleder MTKJ/MIKJ)
- Svein Sunde (vitenskapelig ansatt IMT)
- Jens Petter Andreassen (nestleder for undervisning IKP)
- Mats Christensen (studentrepresentant)
- Kristin Omre (sekretær)

Deltagere fra DTU

Masteruddannelsen:

Stig Wedel, DTU Kemiteknik

Kaj Thomsen, DTU Kemiteknik

Luna Jørgensen, MSc-studerende

Line Riis Madsen PhD-studerende / alumne

Innhold

Introduksjon.....	1
1. Oppbygging av studiene.....	2
2. Hvordan ledes programmene	4
3. Læringsmål for programmene	4
4. Oppbygning av program og fag/emner	11
4.1 MTKJ/MIKJ.....	11
4.2 MSc Chemical Engineering.....	12
5. Studentenes vei gjennom utdanningen.....	14
6. Kvalitetssikringssystemer.....	16
7. Fokuspunkter for evaluering.....	17
8. Handlingsplan.....	19

1. Oppbygging av studiene

Om MTKJ: Industriell kjemi og bioteknologi er en 5-årig sivilingeniør-/masterutdanning som gir brede grunnleggende ferdigheter innenfor kjemi og andre naturfag. Utdanningen gir solid innsikt innen en valgt spesialisering og forståelse av de industrielle prosessene som brukes. Samtidig lærer studentene prosjektarbeid, kommunikasjon og informasjonssøking, og får kontakter som er nyttige resten av livet.

For å bli tatt opp på programmet kreves: Eksamen fra videregående skole med generell studiekompetanse + Matematikk (R1 + R2) og Fysikk 1 eller tilsvarende.

For opptak til sivilingeniørstudiene ved NTNU kreves karakteren 4 eller bedre i Matematikk R2 eller tilsvarende. Undervisningen i alle grunnleggende kjemifag (også kjemifag for andre studieprogram) starter på et nivå tilsvarende Kjemi 1.

MTKJ	Studieplasser	Søkere (førstevalg)	Poenggrense
2012	100	147	49,7
2013	100	147	51,4
2014	100	177	53,8
2015	103	200	53,3

Om MIKJ: Industriell kjemi og bioteknologi er en 2-årig sivilingeniør-/masterutdanning som gir brede grunnleggende ferdigheter innenfor kjemi og andre naturfag. Utdanningen gir solid innsikt innen valgt spesialisering og forståelse av de industrielle prosessene som brukes. Samtidig lærer

studentene prosjektarbeid, kommunikasjon og informasjonssøking, og får kontakter som er nyttige resten av livet.

For å bli tatt opp på programmet kreves: Studenter til det 2-årige masterprogrammet tas opp på grunnlag av fullført ingeniør- eller bachelorutdanning fra statlige ingeniørhøgskoler – karakter C eller bedre i snitt på bachelor.

MSCHEMENG Masterprogram i kjemisk prosess teknologi et 2-årig program med spesialiseringer innenfor prosess teknikk og kjemiteknikk. Innenfor de ulike spesialiseringene kan du fordype deg videre innenfor fagområder som: Katalyse, polymerkjemi, miljøteknologi, bioraffinering eller prosesskontroll. All undervisning på master i kjemisk prosess teknologi foregår på engelsk.

Søkere og poenggrense MSCHEMENG og MIKJ

MSCHEMENG	Tilbud	Møtt	Poenggrense
2013	25	9	1)
2014	20	9	1)
2015	30	14	C-grense 1)

1) Av søkere til MSCHEMENG er det ca 50-80 som levere full søknad, med en opptaksramme på 20 så er det rift om plassene. Siden dette er internasjonalt program er det vanskelig å beregne poenggrense

MIKJ (kjemi)	Søkere	Plasser	Poenggrense
2013	37 (alle stud.retn)	25*	Alle fikk tilbud
2014	17	10*	Alle fikk tilbud
2015	14	9*	C-grense

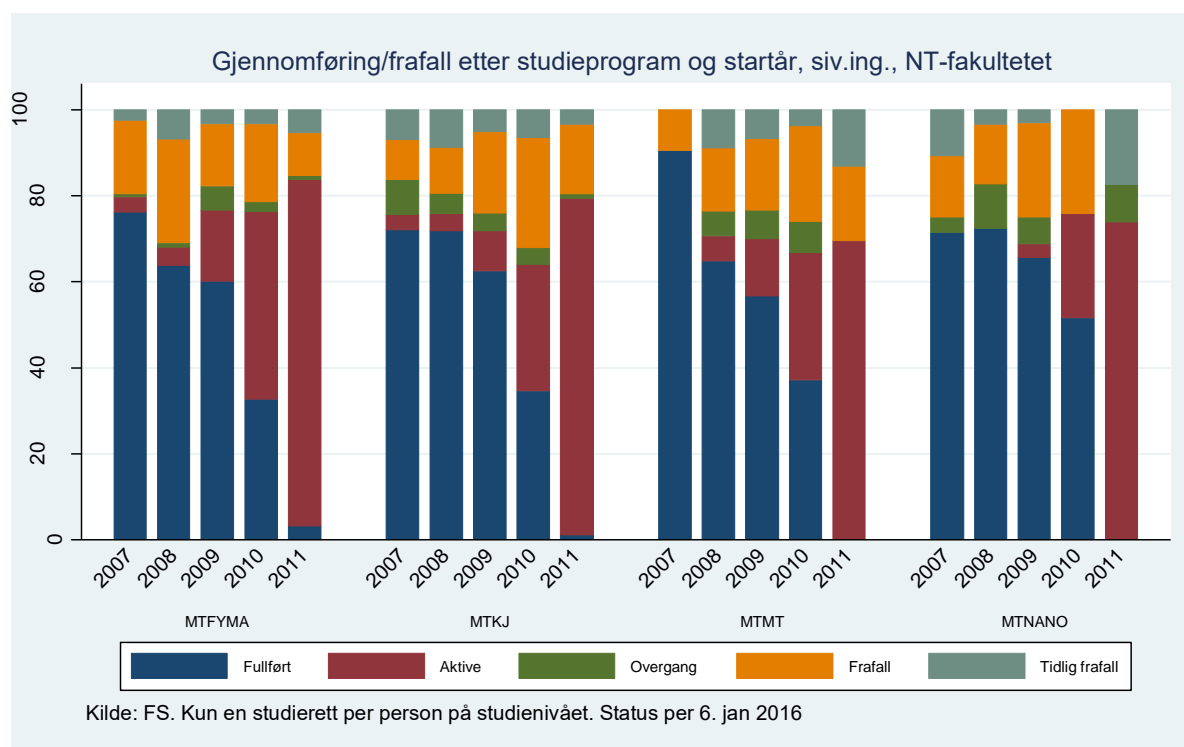
MIKJ (kjemisk prosess)	Søkere	Plasser	Poenggrense
2013	37 (alle stud.retn)	25*	Alle fikk tilbud
2014	24	10*	Alle fikk tilbud
2015	25	9*	C-grense (3,1)

MIKJ (bioteknologi)	Søkere	Plasser	Poenggrense
2013	37 (alle stud. retn)	25*	Alle fikk tilbud
2014	22	10*	Alle fikk tilbud
2015	18	9*	C-grense

MIKJ (materialkjemi og energitekn)	Søkere	Plasser	Poenggrense
2013	37 (alle stud. retn)	25*	Alle fikk tilbud
2014	16	10*	Ingen tilbud
2015	15	9*	Ingen tilbud

«*» Betyr studie plasser deles mellom flere studieretninger

Gjennomføringsgrad/gjennomføringstid



Figuren over viser at gjennomføringsgraden er mellom 70 og 80% - for studentene som startet i år 2010 er den markant lavere – ca 65%. I år 2010 var frafallet høyt – jevnt over ligger dette på rundt 20%. Et av tiltakene vil derfor være å se på hva som kan gjøres for å hindre frafall. Fakultetet har en del tiltak for å hindre frafall. Et tiltak for å hindre tidlig frafall er å forbedre opplegget for Teknostart, som er et introduksjonsprogram for alle nye sivilingeniører ved NTNU. Dette ble gjennomført i forbindelse med studiestart høsten 2016.

2. Hvordan ledes programmene

Programmet ledes av et studieprogramråd som består av en vitenskapelig representant fra hvert av instituttene som gir undervisning i programmet (dvs kjemi, bioteknologi, materialteknologi og kjemisk prosesseteknologi), to eksterne representanter fra industri som er «avtagere» av kandidatene og to til tre studenter.

Programrådet har en sekretær som er ansatt på fakultetet. Programrådet rapporterer til prodekan for undervisning på Fakultet for Naturvitenskap og teknologi. Hvert år skrives en rapport (kvalitetsmelding) for programmet – i en mal gitt av fakultetet. I denne rapporten besvares spørsmål knyttet til studiekvalitet, flaskehals etc.

3. Læringsmål for programmene

Læringsmål for MTKJ og MIKJ kan kort beskrives slik

Sivilingeniøren innen industriell kjemi og bioteknologi forstår hvordan og hvorfor atomer, molekyler og materialer, vekselvirker eller reagerer i gassfase, fast fase og i løsning. Dette inkluderer termodynamikk, reaksjonskinetikk, kvantemekanikk, relevante eksperimentelle metoder og beskrivende organisk og uorganisk kjemi. Sivilingeniøren kan utføre grunnleggende eksperimenter og beregninger knyttet til disse emnene, og besitter brede basiskunnskaper og –ferdigheter innen matematikk, fysikk, IKT, formidling og samfunnsmessige vurderinger av kjemisk teknologisk virksomhet. Sivilingeniøren har teoretiske og eksperimentelle kunnskaper og ferdigheter på høyt nivå innen sin spesialisering, dvs innen kjemi, kjemisk prosesseteknologi, bioteknologi eller materialkjemi. Nivået tillater kandidaten å a) bidra til kjemisk industris verdiskapning ved å vedlikeholde, videreutvikle og fornye eksisterende industrielle prosesser, b) lede slik virksomhet, og c) arbeide innen offentlig forvaltning.

Fullstendig:

1. Kunnskaper

Sivilingeniøren innen industriell kjemi og bioteknologi har:

1.1 Brede og solide basiskunnskaper innen matematikk og statistikk, informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT), generell og uorganisk kjemi, organisk kjemi, fysikalsk kjemi (termodynamikk, kvantekjemi og bindingslære, elektrokjemi), reaksjonskinetikk, transportprosesser og prosesseteknikk, fysikk og bioteknologi som gir grunnlag for metodeforståelse, anvendelser, faglig fornyelse og omstilling innen kjemisk og bioteknologisk industri og forskning.

1.2 Innsikt i filosofi- og vitenskapshistorie, vitenskapsteori, etikk og argumentasjonsteori for å bli i stand til å forholde seg reflektert til sitt fagområde og til vitenskapene generelt.

1.3 Innsikt i økonomi, prosjektledelse, industriell økologi, miljørisiko, helse miljø og sikkerhet for å kunne lede prosjekter og annen industriell virksomhet på en effektiv, økonomisk og samfunnsgagnlig måte.

1.4 Brede vitenskapelige og teknologiske kunnskaper innen de kjemiske og bioteknologiske disipliner, inklusive metoder og redskaper som nyttes i vitenskapelige undersøkelser.

1.5 Dybdekunnskap innen en av studieretningene (1) Bioteknologi, (2) Kjemi, (3) Kjemisk prosesseteknologi, og (4) Materialkjemi og energiteknologi. På et utvalgt område innen den valgte fordypningen skal denne kunnskapen være ført fram til dagens forskningsfront eller fram til aktuelle forsknings- og utviklingsoppgaver innen en ledende industri, og den skal gi tilstrekkelig faglig innsikt til å ta i bruk nye forskningsresultater. Dybdekunnskapen danner en god basis for å kunne gi innovative bidrag til ny kunnskap innen materialutvikling eller nye prosesser.

2. Ferdigheter

Kandidaten kan etter gjennomgått studium

2.1 Anvende sine kunnskaper til å løse teknologiske utfordringer innen kjemisk og bioteknologisk industri, forskning eller forvaltning på en selvstendig og systematisk måte ved å analysere problemstillinger, formulere deloppgaver og frambringe innovative løsninger, også i nye og ukjente situasjoner. I dette arbeidet har hun en kritisk holdning til gammel og ny kunnskap mht. dens begrensninger, tvetydighet og ufullstendighet, og ved behov kan hun identifisere og tilkalle nødvendig ekspertise. Dette omfatter:

2.1.1 Kunne utføre grunnleggende beregninger og eksperimenter innen emnene oppført ovenfor. Eksperimentelt arbeid kan utføres innenfor rammene av strenge sikkerhetskrav.

2.1.2 Arbeide med å vedlikeholde, forbedre og fornye industrielle kjemiske og bioteknologiske prosesser basert på disse kunnskapene.

- 2.1.2 Arbeide med alternative og innovative løsninger av problemstillinger ved valg av kjemiske og bioteknologiske prosesser.
- 2.1.3 Gjennomføre undersøkelser som kan belyse om foreslåtte teknologiske og økonomiske metoder og teknikker er samfunnsmessig akseptable.
- 2.1.4 Detaljere foreslåtte metoder og løsninger til en slik grad at de kan implementeres.
- 2.2 Arbeide selvstendig og i tverrfaglige grupper. Samarbeide effektivt med spesialister og om nødvendig ta egne initiativ.
- 2.2.1 Arbeide selvstendig og i grupper med teknologiske og/eller vitenskapelige oppgaver av høy kompleksitet.
- 2.2.2 Planlegge og gjennomføre prosjekter, delegerte og koordinerte oppgaver, håndtere konflikter, vurdere sterke og svake sider ved en selv og andre.
- 3. Generell kompetanse
- Kandidaten skal etter gjennomgått studium kunne
- 3.1 Kommunisere effektivt om eget arbeid, som for eksempel løsning av oppgaver, kunnskapsformidling, gjøre vurderinger og komme med presise konklusjoner både for fagfolk og ikke-spesialister (inkl. rapportering og presentasjoner, samt yte vesentlige bidrag til vitenskapelige publikasjoner).
 - 3.1.1 Gi velstrukturerte presentasjoner for ulike tilhørere ved å bruke moderne presentasjonsmidler.
 - 3.1.2 Skrive velstrukturerte og klare rapporter og bidrag til vitenskapelige publikasjoner.
 - 3.1.3 Formidle etterspurt kunnskap og resultater til andre på en klar og overbevisende måte.
 - 3.1.4 Kunne lese, tolke og oppsummere engelskspråklig faglitteratur skriftlig og muntlig.
- 3.2 Vurdere og forutsi teknologiske, etiske og samfunnsmessige effekter av eget arbeid. Ta ansvar for arbeidets virkning på en bærekraftig og samfunnsmessig utvikling samt økonomi.
 - 3.2.1 Gjennomføre oppgaver hvor bærekraftig utvikling tas hensyn til.
 - 3.2.2 Identifisere moralske dilemma, beskrive aktører og være klar over egen posisjon.
 - 3.2.3 Gjennomføre risikoanalyser og kjenne sikkerhetsinstrukser for eget arbeid.
 - 3.2.4 Utføre gjennomførbarhetsstudier av teknologiske oppgaver (realiserbare prosjekter).
- 3.3 Aktivt oppdatere egen kompetanse gjennom livslang læring.
 - 3.3.1 Sette seg inn i hovedlinjene i kunnskapsutviklingen av eget fagfelt, følge med i hvordan teknologiske og vitenskapelige grenser flyttes for derigjennom å erkjenne behovet for faglig oppdatering.
 - 3.3.2 Ved behov ha god kontakt med lærekrefter ved NTNU og være i stand til å etablere internasjonale faglige nettverk.

Læringsmål for fordypninger

Studieretning Bioteknologi og bioraffinering

Kandidater med studieretning bioteknologi skal ha inngående (god) kunnskap om kjemisk struktur og funksjon av biomolekyler, metabolisme og biosyntese og energiomsetningen i cellen. De skal ha grunnleggende kunnskap om kjemisk struktur, fysikalske egenskaper samt biologisk funksjon og teknologiske egenskaper hos viktige biopolymerer. De skal forstå hvordan den genetiske informasjonen i prokaryote og eukaryote organismer er organisert og realisert og ha grunnleggende innsikt i hvilke metoder som benyttes for å studere dette. De skal ha en basal forståelse av hvordan innsikten benyttes i anvendt bioteknologi, og kunne foreslå eksperimentelle løsninger på vanlige problemstillinger som oppstår i basal og anvendt sammenheng. Kandidatene skal vite hvordan bakterieceller er bygd opp og fungerer og ha en forståelse av bakteriers levesett og interaksjoner med omgivelsene. De skal også ha ferdigheter i mikroskopi og mikrobiell arbeidsteknikk.

Kandidatene skal ha gode eksperimentelle ferdigheter innen bioteknologiske laboratorieteknikker og være i stand til å planlegge prosjekter, systematisk bearbeide faglig informasjon og legge frem resultater både skriftlig og muntlig.

Studenter med studieretning i bioraffinering skal i tillegg ha en fullstendig og grundig forståelse av prosesser for utnyttelse av biomasse.

Studieretning Kjemi

Organisk kjemi: Kandidatene skal ha inngående kjennskap til de mest sentrale organisk kjemiske reaksjoner, reagensutvalg og deres mekanismer, og kunne anvende disse praktisk og teoretisk. De skal kunne analysere organisk kjemiske problemstillinger, herunder retro-syntese, og vurdering av sikkerhet, og gjøre rasjonelle valg for syntesestrategi og reagenser. De skal kunne gjennomføre og planlegge organiske synteser av varierende lengde, mekanistiske studier og optimaliseringsoppgaver. Kandidaten skal kunne velge egnet rensemetode for en gitt blanding, og kunne anvende ekstraksjon, destillasjon, krystallisasjon, sublimasjon og kromatografiske metoder og annet for rensing. Kandidatene skal kunne karakterisere og analysere stoffer, materialer, stoffblandinger og prosesser ved å anvende ulike analyseteknikker herunder spektroskopiske metoder (UV, IR, MS, NMR, m.m.) og kromatografiske metoder (GC, HPLC, m.m.). Kandidatene skal være i stand til å utvide egen kunnskap også i tilgrensende fagområder bla ved å benytte faglitteratur, databaser og nettbaserte ressurser. I en forskningsrettet yrkessammenheng skal kandidatene være i stand til å planlegge og å gjennomføre forskningsoppgaver innen de områdene som er nevnt ovenfor. I en industriell produksjonssammenheng skal uteksaminerte kandidater være i stand til å lede en produksjonsenhet innen organisk kjemisk relatert kjemi og å arbeide med forbedring og videreutvikling av slike produksjonsprosesser, selvstendig eller i samarbeid med et forskningsmiljø. I yrker innen forvaltning skal kandidatene kunne benytte sin stoffkunnskap, reaksjonskunnskap og evne til kunnskapsvervelse i eget og tilgrensende fagfelt for å kunne gi hensiktsmessige råd og veiledning. Et påfølgende PhD studium styrker de omtalte kompetansemål.

Anvendt teoretisk kjemi: Kandidatene skal ha inngående kjennskap til de mest sentrale begrep og metoder innen fysikalsk kjemi, og kunne anvende disse praktisk og teoretisk. Kandidatene skal ha kunnskap om klassisk termodynamikk, spontanitet og likevekt i kjemisk-fysiske systemer, faselikevekter, systemer med variabel sammensetning, ideelle og reelle blandinger, kolligative egenskaper, termodynamikk av elektrokjemiske celler, kinetikk, fenomenologiske likninger og beskrivelse av kjemiske reaksjoner. I tillegg skal kandidatene ha kunnskaper om hvordan kvantemekanikk kan anvendes på enkle systemer, hydrogenatomet og atomorbitaler, symmetri i molekyler og elementær gruppeteori, Pauliprinsippet og elektronspinn, Born-Oppenheimer-approksimasjon, molekylorbitalteori, elektroniske overganger, rotasjons- og vibrasjonsbevegelser i molekyler og magnetisk resonans spektroskopi. Kandidatene skal være i stand til å vurdere egne og andres måleresultater samt tilegne seg praktiske ferdigheter innen måling av partielle molare volum, væske-gass likevekter, bestemmelse av reduksjonspotensial for en elektrode, ledningsevneundersøkelser, kjemisk likevekt, opptak av UV/vis/IR spektra og enkle molekylberegninger. Kandidatene skal også kunne gjøre vurdering av sikkerheten i forbindelse med laboratorieforsk. Kandidatene skal være i stand til selvstendig å utvide egen kunnskap i beslektede fagområder bl.a. ved å benytte elektroniske databaser. I en forskningsrettet yrkessammenheng skal kandidatene være i stand til å planlegge og gjennomføre forskningsoppgaver innen de områdene som er nevnt ovenfor. I en industriell produksjonssammenheng skal uteksaminerte kandidater være i stand til å lede en produksjonsenhet som baserer seg på fysikalsk kjemi og å arbeide med forbedring og videreutvikling av slike reduksjonsprosesser, enten selvstendig eller i samarbeid med et forskningsmiljø. I yrker innen forvaltning skal kandidatene kunne benytte sin kunnskap og evne til kunnskapsvervelse i eget og tilgrensende fagfelt, til å gi hensiktsmessige råd og innstillinger.

Analytisk kjemi: Kandidatene skal ha inngående kjennskap til de mest sentrale begrep og metoder og instrumenter innen analytisk kjemi (organisk og uorganisk), og kunne anvende disse praktisk og teoretisk. De skal kunne løse analytisk kjemiske problemstillinger både med hensyn til aktuelle kjemiske analyseteknikker, datatolkning, statistisk behandling og kvalitetsevaluering. Kandidaten skal ha kunnskap om prøvetaking, prøvebehandling og oppbevaring av ulike typer prøvemateriale. Kandidaten skal kunne gjennomføre og planlegge kjemiske analyser og kunne optimalisere prosedyrer med hensyn på kvalitetssikring, HMS aspekter, effektivisering og kostnader. Kandidaten skal ha omfattende erfaring/kunnskap om rapportering og formidling av analytiske data, inkludert håndtering av sensitive eller konfidensielle data. Kandidatene skal være i stand til selvstendig å utvide egen kunnskap i beslektede fagområder bl.a. ved å benytte elektroniske databaser. I en forskningsrettet yrkes-sammenheng skal kandidatene være i stand til å planlegge og gjennomføre forskningsoppgaver innen de områdene som er nevnt ovenfor. Kandidaten skal ha oversikt og være oppdatert på relevante analytisk problemstillinger og trender innen industrien med hensyn på instrumentering og metodeutvikling. I en industriell sammenheng skal uteksaminerte kandidater være i stand til å lede kjemisk analyseaktivitet, og skal kunne arbeide med forbedring og videreutvikling av analytisk virksomhet i bedriften både selvstendig og i samarbeid med forskningsmiljøer. I yrker innen forvaltning skal kandidatene kunne benytte sin kunnskap og evne til kunnskapsvervelse i eget og tilgrensende fagfelt, til å gi hensiktsmessige råd og innstillinger. Et påfølgende PhD studium styrker de omtalte kompetansemål.

Studieretning Kjemisk prosess teknologi

Kandidater fra studieretningen kjemisk prosess teknologi har kunnskaper om industrielle prosessers kjemiske grunnlag og tekniske gjennomføring. Utover grunnleggende kunnskaper og ferdigheter (som spesifisert under Studieprogrammet for Industriell Kjemi og Bioteknologi) har kandidater med denne studieretningen videregående kunnskaper og ferdigheter som omfatter:

Termodynamisk metodelære og tilstandsmodellering av multikomponente systemer. Forståelse av ulike enhetsoperasjoner ved å identifisere de viktigste variablene og evne til velbegrunnede valg av egnet enhetsoperasjon for å separere komponenter i gass, væske og faststoff. Utforming av hele prosessanlegg, beregning av masse og energibalanser ved overslagsberegninger og med kommersielle beregningsverktøy, valg av konstruksjonsmateriale og dimensjonering av prosessutstyr for å beregne investeringskostnader og driftskostnader i vurderingen av prosjekters lønnsomhet. Regulering av prosessen, reguleringssymbolene, klassifisering av variable og alternative reguleringsstrukturer.

Avhengig av valgt spesialiseringsretning har kandidatene kunnskap om matematisk modellering og simulering, materialteknologi, overflatekjemi og polymerkjemi, reaktorteknologi, katalyse og petrokjemi, bioenergi og fiberteknologi eller regulering av kjemiske prosessanlegg og systemteknikk for industrielle og biologiske prosesser.

Uteksaminerte kandidater kan vurdere gjennomførbarheten av kjemitekniske prosesser fra et prosess teknisk og økonomisk perspektiv ved å utføre beregninger av masse- og energibalanser, enklere investeringsanalyser og andre prosessøkonomiske forhold. Kandidatene kan vurdere endringer i kjemiske prosessanlegg for å forbedre enhetsoperasjoner med tanke på bedret produktkvalitet, miljøkonsekvenser og økt produksjon. Innenfor sin spesialisering kan kandidatene bidra til nytenkning og praktisk implementering av ideer for nye kjemiske prosesser og konsepter innenfor forskning og industri. Kandidatene er i stand til å planlegge og å gjennomføre eksperimentelle undersøkelser innenfor sitt fagområde med tilhørende risikovurdering.

Studieretning Materialkjemi og energiteknologi

Metallproduksjon og resirkulering: Kandidater med hovedprofil Metallproduksjon og resirkulering skal ha inngående kunnskaper om framstillings- og raffineringprosesser som er viktige for norsk materialproduserende industri, og de skal være i stand til å lede produksjonsenheter innen denne industrien. I dette ligger også at kandidatene skal være i stand til å drive forsknings- og utviklingsarbeid innenfor sin enhet. Et hovedfokus er prosesser innen metallindustrien (ferrolegerings- og lettmetallindustrien), og disse inkluderer karbotermiske prosesser, elektrolyse og raffineringprosesser. Kandidatene skal kunne anvende sine kunnskaper til å evaluere nye og innovative prosesser innen fagfeltet.

Kandidatene skal ha dyptgående innsikt og forståelse av hva som bestemmer kjemisk likevekt og hvordan dette kan beskrives i Gibbs energi-funksjoner og i fasediagram. De skal kunne beregne energiforbruk for de enkelte prosessene og evaluere reduksjon av energiforbruk og metoder for energigjenvinning. Videre skal de ha kunnskap om industrielle transportfenomener som varme- og massetransport for enfase- og flerfasesystemer. Kandidater med denne fordypningen skal også beherske beregninger av industrielle masse- og varmestrømmer i tillegg til at de skal kunne beregne og kontrollere sammensetningen til sluttprodukter. Kandidatene skal videre være i stand til å evaluere energi- og miljøkonsekvenser for industrielle prosesser.

Materialutvikling og –bruk: Kandidater med hovedprofil Materialutvikling og -bruk skal ha inngående kunnskaper om videreutvikling og bruk av konstruksjonsmaterialer og noen funksjonelle materialer med hovedvekt på keramer. Sentrale tema er støping, forming, bearbeiding, prosessering, sammenføring, korrosjon, overflatebeskyttelse, materialprøving, matematisk modellering, karakterisering, bearbeidings- og bruksegenskaper (mekaniske egenskaper, korrosjonsmotstand), samt sammenhengen mellom materialenes kjemiske sammensetning, prosessering, mikrostruktur og egenskaper. Noe avhengig av fagvalg skal kandidatene ha gode kunnskaper innen de aller fleste av disse temaene, og de skal ha dybdekunnskaper innen utvalgte områder.

I en industriell produksjonssammenheng skal uteksaminerte kandidater være i stand til å arbeide innenfor eller lede en produksjonsenhet for støping eller videre-bearbeiding. De skal også kunne arbeide med forbedring og videreutvikling av slike produksjonsprosesser, enten selvstendig eller i samarbeid med et forskningsmiljø. I en industriell brukssammenheng skal kandidatene kunne velge ut riktige typer materialer, sammenføyningsmetoder og korrosjonsforebyggende tiltak for ulike bruks- og driftsbetingelser, eventuelt være i stand til å iverksette undersøkelser (selvstendig eller i samarbeid med et forskningsmiljø) for å komme fram til riktig materialvalg og -behandling. I en forskningsrettet yrkessammenheng skal kandidatene være i stand til å planlegge og gjennomføre forskningsoppgaver innen et eller flere av de områdene som er nevnt ovenfor.

Materialer for energiteknologi: Kandidater med hovedprofil Materialer for energiteknologi har inngående kunnskaper om materialer som deltar funksjonelt i energiproduksjon og energiomsetning med vekt på fornybar energi og relaterte felt. Profilen er således avgrenset ved at konstruksjonsmaterialer benyttet i energiprosesser ikke er en del av profilen.

Kandidater med denne hovedprofilen har, utover grunnleggende kunnskaper og ferdigheter (som spesifisert under Studieprogrammet for Industriell Kjemi og Bioteknologi) videregående kunnskaper og ferdigheter innen materialkjemi som omfatter:

- Elektrokjemisk termodynamikk, kinetikk med anvendelser innen materialframstilling og – stabilitet (korrosjon).
- Struktur og egenskaper til metaller og keramer.
- Elektronstruktur og funksjonelle egenskaper (magnetiske, elektriske, optiske) for faste stoffer.

- Egenskaper til relevante nanostrukturerte materialer.
- Kan gjøre rede for og utføre eksperimentelle metoder innen disse emnene.

Kandidatene har videre inngående kjennskap til de mest sentrale funksjonelle materialene i a) solceller, b) brenselceller, c) vannelektrolyseprosesser og d) gass-separasjon. De forstår den sentrale virkemåten og prinsippene bak disse innretningene og hvilken funksjon materialene har i dem, og de kan også kunne redegjøre for sammenhengen mellom materialkvalitet og ytelse. For utvalgte prosesser kan de kunne vurdere/bedømme og velge materialer for prosessene.

Uteksaminerte kandidater kan utføre enkle beregninger knyttet til materialene for prosessene, og for utvalgte prosesser innen sin spesialisering er de i stand til å utføre mer avanserte beregninger innen materialdesign.

Kandidatene kan også utføre eksperimentelle målinger relatert til utvalgte prosesser innen sin spesialisering.

Læringsmål MSc “Chemical engineering”

The international Master of Science programme in chemical engineering recruits students with an international bachelor degree in chemical engineering corresponding to the first three years of the domestic 5-year integrated master degree offered at NTNU (MTKJ).

During the program the students acquire knowledge in several of the following topics, one of which can be chosen for further specialization and master thesis:

- Colloid and polymer chemistry,
- Transport phenomena and reactor technology
- Catalysis and petro-chemistry
- Bio-refinery and fibre technology
- Process control and systems engineering for industrial and biological processes.
- Upon completion of the master’s degree, the candidates will be able to perform a process feasibility study by calculations of mass and energy balances, simpler investment analyses and other process-economic considerations
- assess the need to implement changes in processing plants by improving unit operations in terms of product quality, environmental impacts and increased production.
- Within their area of specialization contribute to innovation and practical implementation of ideas for new chemical processes and concepts in research and industry.
- Plan and carry out experimental research within their field of study including necessary risk assessments for health, safety and the environment.

The candidates will be able to

- To work both independently and in teams with technical and scientific problems of high complexity and to put the work into a broader context of industry and society
- Communicate efficiently about their own work to the general public as well as to experts by writing well structured reports and contributions for scientific publications and by oral presentations and posters.
- Acquire and evaluate relevant information and to read, interpret and sum up scientific literature written in English.

4. Oppbygning av program og fag/emner

4.1 MTKJ/MIKJ

1. årskurs - høst	1 årskurs - vår
Examen philosophicum	Prosessteknikk
Informasjonsteknologi	Matematikk 2
Matematikk 1	Matematikk 3
Generell kjemi	Uorganisk kjemi
HMS-kurs for 1. år (0)	

2. årskurs høst	2. årskurs vår
Kjemisk binding, spektroskopi og kinetikk	Grunnleggende termodynamikk med laboratorium
Fysikk	Bioteknologi
Organisk kjemi, grunnkurs	Strømning og massetransport
Generell og uorganisk kjemi, laboratoriekurs	Matematikk 4N

Etter to år velger studentene hovedprofil

- Bioteknologi
- Kjemi
- Kjemisk prosesseteknologi
- Materialkjemi og energiteknologi

3. Årskurs høst	3. Årskurs vår
Studieretningsfag	Studieretningsfag
Separasjonsteknikk	Studieretningsfag
Kjemisk reaksjonsteknikk	Teknologiledelse

Statistikk	valgbart emne etter liste for studieretning
------------	---

4. Årskurs høst	4. Årskurs vår
Studieretningsfag	Ingeniøremne annen studieretning
Studieretningsfag	EIT
Studieretningsfag	valgbart emne etter liste for studieretning
K-emne	valgbart emne etter liste for studieretning

5. Årskurs høst	5. Årskurs vår
Fordypningsprosjekt 15	Masteroppgave 30 stp
Fordypningsemne 7,5	
K-emne 7,5	

Studieprogrammet MIKJ følger oppbygningen til 4. og 5 årskurs I MTKJ

4.2 MSc Chemical Engineering

The following table gives only an approximate overview of the most important compulsory and conditional elective courses offered in the master degree.

1 · y e a r	Fall	TKP4160 (1) Transport phenomena	TKP4140 (1) Process control	TKP4155 (1) Reaction kinetics and catalysis	TKP4170 (2) Process design project
	Spring	TKP4115 (1) Surface and colloid chemistry	TKP4171 (2) Process design project	Experts in Teamwork (3)	At least one subject from one of the research areas at the department. (4)
2 · y e a r	Fall	Specialization course (7,5 ects)	Specialization project (either 15 ects or 7,5 ects)	Supplementary course	
	Spring	Master thesis (30 ects)			

(1) 3 out of these 4 courses must be chosen

(2) The process design project can be taken either during the fall or the spring

(3) Compulsory for all students at NTNU

(4) The courses are: TKP4130 Polymer chemistry, TKP4135 Chemical Process System Engineering, TKP4145 Reactor technology, TKP4150 Petrochemistry and oil refining, TKP4180 Bioenergy and Fibre Technology

Specialization courses, projects and master thesis work are available within:

- Catalysis and petrochemistry
- Polymer and colloidal chemistry
- Process and systems engineering
- Environmental engineering and reactor technology
- Bio-refinery and fiber technology

Fordeling av studenter på studieretningene

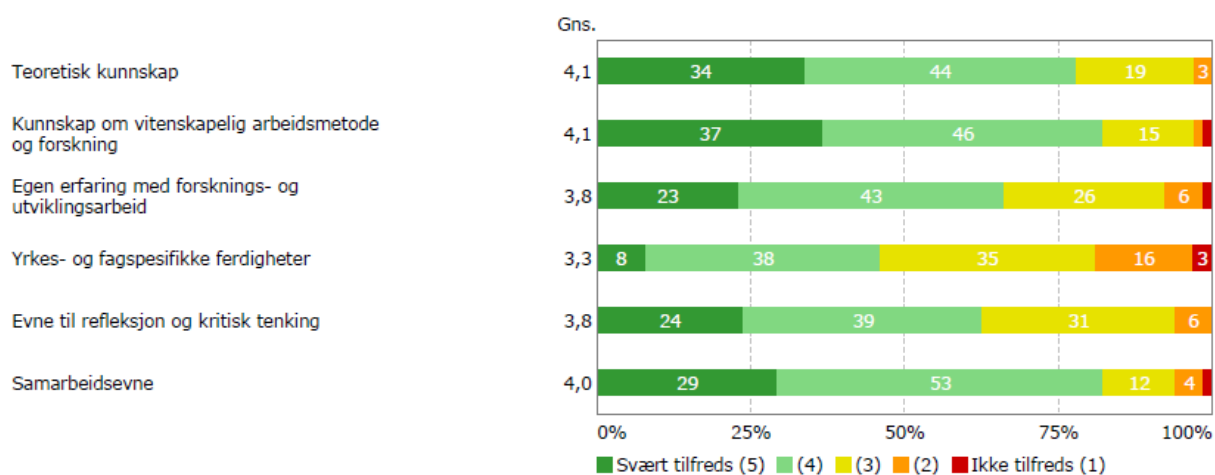
Studenter fordelt på studieretning MTKJ	2011-kullet	2012-kullet	2013-kullet
Bioteknologi	11	12	10
Kjemi - Analytisk kjemi		4	4
Kjemi - Anvendt teoretisk kjemi	5	8	8
Kjemi - Organisk kjemi	7	17	17

Kjemisk prosessteknologi	37	25	24
Materialkjemi og energiteknologi	24	25	23
	84 aktive	91 aktive	86 aktive

5. Studentenes vei gjennom utdanningen

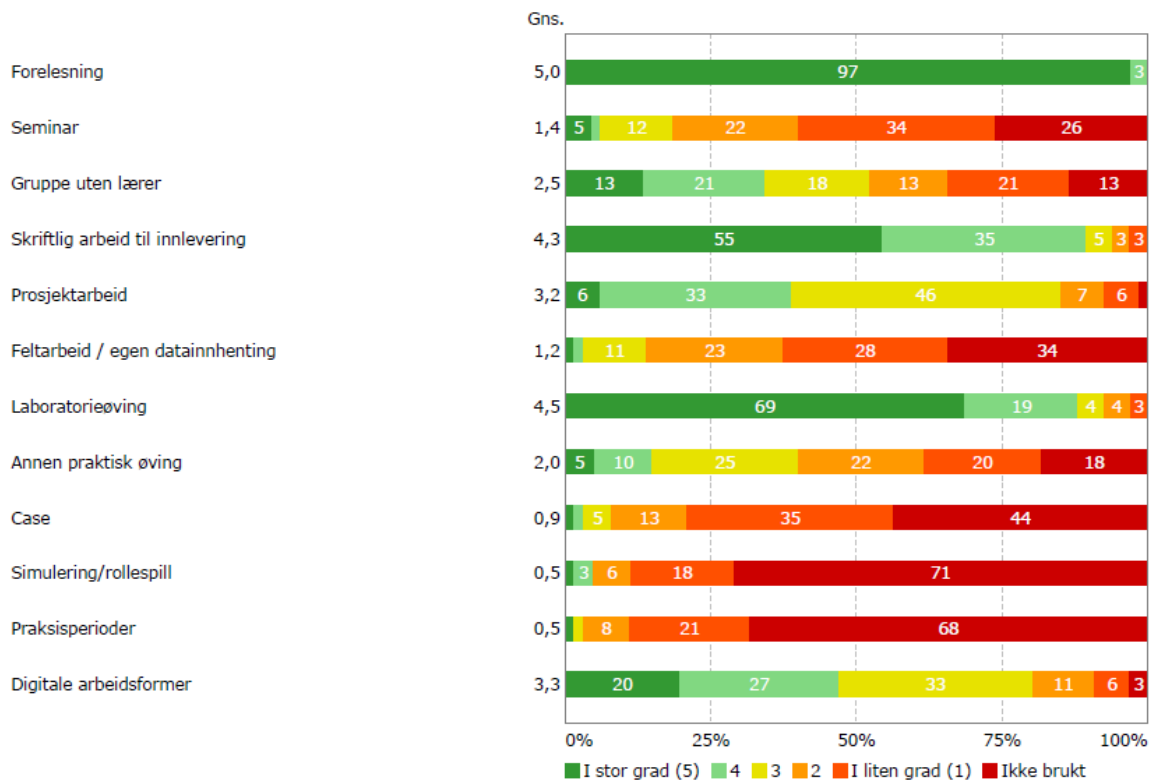
Trivsel i studiet ble undersøkt i 2015 og resultatene viser at studentene gjennomgående har god trivsel og er også tilfreds med mye av utdanningen og undervisningstilbudet.

Hvor tilfreds er du med eget læringsutbytte hittil i studiet, når det gjelder:



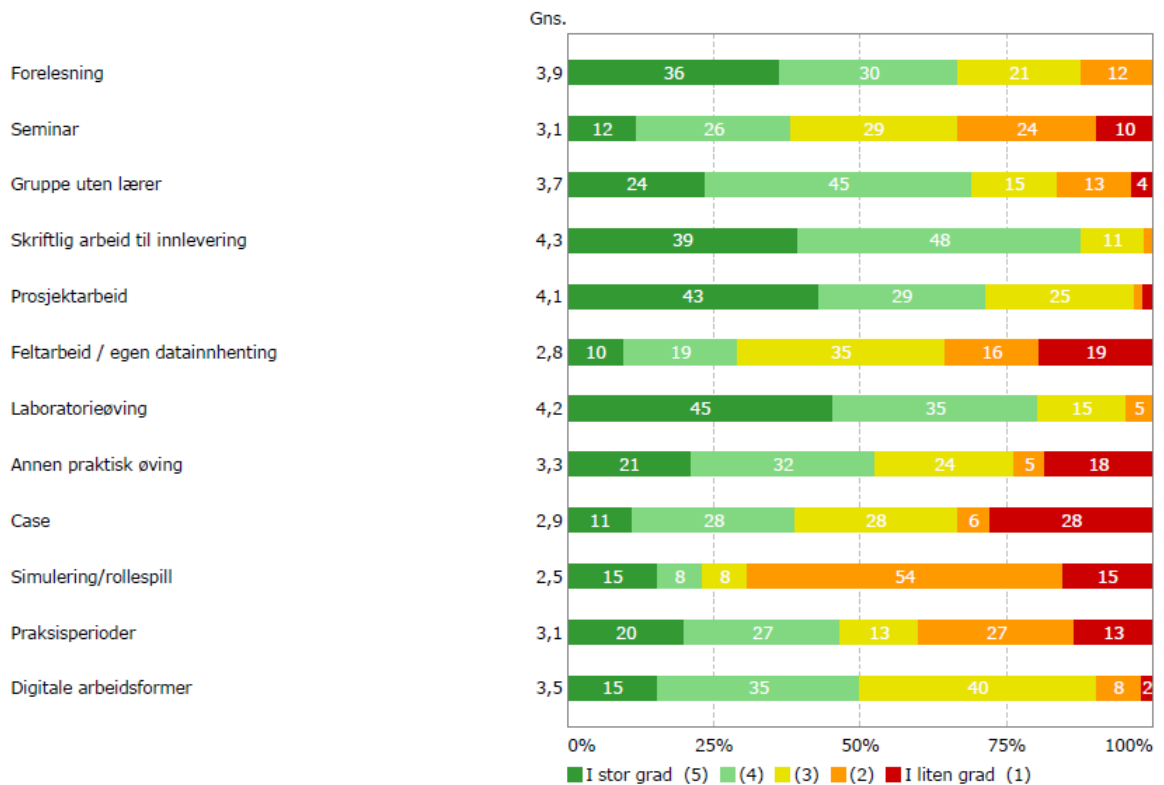
Undervisningsformene som brukes er i alt overveiende grad forelesninger, prosjektarbeid, regneøvinger og laboratoriearbeid. Studentene mener at både forelesning, gruppearbeid på egenhånd, arbeid med prosjektoppgaver og laboratorieøvinger bidrar til læring i fagene. Når det gjelder vurderingsformer – så bruker NTNU i alt overveiende grad skriftlig eksamen – noen ganger kombinert med tellende øvinger eller prosjektarbeid.

I hvilken grad brukes disse undervisnings- og arbeidsformene i studieprogrammet ditt?



I hvilken grad bidrar disse undervisnings- og arbeidsformene til læring?

Merk: Spørsmålene gikk ikke til studenter som oppga at de ikke bruker arbeidsformen i studiet.



I 2013 gjennomførte NT fakultetet en kandidatundersøkelse for uteksaminerte masterstudenter ved fakultetet. Nedenfor er vist hvor mange av studentene som hadde fått jobb

	MTKJ	MIKJ
I fast jobb	83%	57%
Relevant jobb?	84%	100
Jobb innen 4 mnd	83%	100

De uteksaminerte kandidatene ble også spurt om ulike sider ved utdanningen og ble blant annet bedt om å vurdere hvor gode kunnskaper og ferdigheter de fikk på ulike områder.

Tallene er gitt i % summert for de som er enig eller helt enig

	MTKJ	MIKJ
Evne til analytisk tenkning	96	100
Tenke resultatorientert	77	72
Utvikle ny teknologi	35	29
Utvikle ideer	26	43
Skriftlig fremstilling	91	100
Muntlig fremstilling	30	100
Tverrfaglig samarbeid	35	72
Fikk etterspurt kompetanse	80	100

Kandidatene fra MTKJ og MIKJ synes ikke utdanningen gir gode kunnskaper eller ferdigheter i innovasjon og muntlig fremstilling. Kandidatene fra MTKJ synes heller ikke de får gode ferdigheter i tverrfaglig samarbeid. Det er et ønske at utdanningene som gis i programmene er relevante for både industri og forvaltning. Kontakten med industri og næringsliv/forvaltning sikres i dag både ved at vi har representanter fra næringslivet i studieprogramrådet og ved at vi har et Samarbeidsforum ved fakultetet. Samarbeidsforum har som formål å bidra til å øke søkningen til høyere utdanning innenfor naturvitenskap og teknologi generelt, og til Fakultet for naturvitenskap og teknologi ved NTNU spesielt. Forumet skal organisere samarbeidet mellom næringslivet og fakultetet, ut fra en erkjennelse av at et livskraftig fakultet innenfor utdanning og forskning er et viktig virkemiddel for en konkurransedyktig industri og en kompetent forvaltning. Samarbeidsforumet innbyr bedrifter, bransjeorganisasjoner, forskningsinstitutter og andre som ønsker å bidra til nevnte formål, til medlemskap i forumet med en navngitt representant – kostnadene ved medlemskap er avhengig av størrelsen på bedriften.

6. Kvalitetssikringssystemer

Beskrivelsen av kvalitetssikring av utdanningskvalitet er delt inn i hva som er studentenes ansvar/oppgaver, emneansvarligs ansvar/oppgaver, ansvaret til studieprogramledelse og ansvaret til ledelsen

Studentenes oppgave: delta i referansegrupper og emneevalueringer

Emneansvarlig skal – i tillegg til å sørge for god undervisning som sørger for at studentene får oppfylt læringsmålene i emnet – også sørge for at det opprettes referansegrupper og ha møter med ref. gruppen gjennom semesteret.

Emneansvarlig skal sørge for at emnet blir evaluert. Det brukes elektroniske skjemaer. Spørsmål bør revideres og vurderes med jevne mellomrom. Det er en utfordring å få svarprosenten tilstrekkelig høy. Emneansvarlig skal også skrive emnerapport.

Referansegrupperapporter og emnerapporter blir lagt inn i et felles dokumentlager der studieprogramledelse og institutt og fakultetsledelse kan gå inn og lese. Referansegrupperapportene blir også gjort tilgjengelige for neste års studenter i emnet.

7. Fokuspunkter for evaluering

I følge mandatet skal følgende være fokusområder

- Faglig innhold – basis/spesialkunnskap
- Tilpasning til industriens behov
- Kontakt med næringsliv
- Forkunnskaper (både fra gymnas og høyskole/universitet)
- Administrativ støtte (samme innhold undervises i flere emner, ulike semester)
- Uoversiktlig studieretningstruktur – vanskelige valg, tynn info
- Ujevn fordeling mellom semesterne
- Institusjonenes automomi, myndighetsstyring
- Kjønnfordeling
- Involvering av studenter

Ved det første møtet som ble holdt på DTU gjennomførte hvert studieprogram en SWOT analyse av eget studieprogram. Disse ble så diskutert i en felles gruppe med alle tre studieprogram. En lang rekke punkter ble diskutert og disse er forsøkt oppsummert her:

Rekruttering (intern og ekstern) og frafall

Overgang fra profesjonsbachelor/ingeniørutdanning til mastergrad
Forkunnskapene til studentene – både de som kommer fra gymnas/videregående og utenlandske

Ressurser vs studenttall –muliggjør de ønskede undervisningsformer?

Fordeling/økonomiske modeller er de hensiktsmessige?

Bredde vs spesialisering

Informasjon mht valg av studieretning og fag
Uoversiktlig og komplisert studiestruktur eller oversiktlig og enkel?

Infrastruktur – både laboratorier og infrastruktur for nye undervisningsformer

Hvordan henger fagene i programmet sammen

Hvordan bygger læringsmålene i fagene opp under læringsmålene i programmet
Progresjon, bruk av matte i andre fag
Dobbeltundervisning? For mange fag deler pensum

Fundamental/basisundervisning vs kvalitativ undervisning
Er nødvendig progresjon sikret?
Vet kandidatene om sin egen fleksibilitet?

Sammenligning av faglig nivå NTNU/DTU – kan det oppnås ved å utveksle eksamensoppgaver?

Hvert av programmene skrev en selvevalueringsrapport som ble oversendt de tilsvarende programmene på hhv DTU og NTNU. På neste møte ble enkelte av fokuspunktene diskutert videre og vi både gav og mottok tilbakemelding fra DTU.

I det følgende er en del av punktene som ble diskutert omtalt.

Det er et problem at store og generelle fag for alle studenter – slik som matematikk og programmering blir for generelle og at studentene ikke har fokus på hvordan dette er relevant for deres eget fagfelt. Dette er et viktig poeng som har vært diskutert med jevne mellomrom, hvordan får man matematikken til å føles relevant – peke på hvor de har bruk for dette i senere fag. Faglærere bør også bli flinkere til å peke bakover – vise hvor de har lært om dette i tidligere fag. Teknostart har som mål å vise hvordan matematikken er viktig inn i sivilingeniørutdannelsen – på MTKJ har vi nå tatt grep for å forandre og forbedre Teknostart.

For å få til et større fokus på betydningen av de store og mer generiske fagene som kommer tidlig i studiet bør læringsmålene i disse grunnleggende fagene gjennomgås og det bør tas sikte på å få til en dialog med faglærere og undervisere for å få inn flere eksempler der de peker både forover og bakover.

Sikring av ingeniørkompetanse ble ikke diskutert i særlig grad i på møtet med DTU. Sivilingeniørtittelen står sterkt både i Norge og Danmark. Et spørsmål som kan diskuteres er om studentene vet om sin egen fleksibilitet og om de vet nok om kompetansetilpasning til senere karriere. For å sikre utdanningens relevans for industrien bør det diskuteres om kontakten med industrien er god nok og hvordan vi sikrer at vi får gode innspill fra industrien for videre utvikling av studieprogrammene. Ved gjennomgang av hvordan fag henger sammen bør læringsmålene i alle fag gås gjennom for å se på hvordan de bidrar til oppnåelse av ingeniørkompetanse og IKT kompetanse – dette er gjort ved å synliggjøre ingeniør- og IKT- strenger, men dette er en kontinuerlig prosess. Ved innføring av nye fag blir det press på å ta ut fag evt gjøre fag valgfrie – noe som kan føre til endring av bla ingeniørkompetanse, f.eks ved at ingeniøremner slik som prosjekteringsfag faller ut bla i bioteknologi.

Blant viktige tilbakemeldinger fra DTU er forslag om å ha færre spesialiseringer. Vi kjører i dag i realiteten et 2 + 3 løp med en meget fast struktur – DTUs gruppe foreslår å løse dette opp. Studentrepresentantene i studieprogramrådet påpeker imidlertid at studentene ønsker spesialiseringene som de velger i 4 semester. De er også opptatt av betydningen av gode informasjonsmøter i forkant av valget.

Det som kan være et problem med den rigide strukturen er mulighetene for utveksling og problemene med å få dekket opp obligatoriske emner under utveksling. De enkelte instituttene må legge til rette for utveksling og gi gode råd til studentene – studentene ønsker at rådgivningen mhp utveksling forbedres.

Ved MTKJ/MIKJ og MSCHEMENG brukes i dag for det meste skriftlig eksamen som vurderingsform – noen ganger kombinert med tellende øvinger eller prosjektarbeid. Ved DTU brukes rapporter i svært mange fag. Dette sikrer at studentene får tilbakemelding gjennom semesteret, noe som også er

etterlyst av våre studenter (Hamberg, Bakken og Damen, 2016. Tilbakemelding og veiledning i høyere utdanning, NOKUTs notater). I denne rapporten blir det påpekt at det er en sammenheng mellom godt miljø/god kontakt mellom faglærere/undervisere og studenter og tilfredshet med tilbakemeldinger. På den andre side ble det hevdet fra studentene som deltok fra DTU at dersom antall fag med rapporter blir for høyt vil studentene oppleve det som meget belastende. Mer tilbakemelding er også et ressurs spørsmål, men ved retting av øvinger og rapporter bør det gis tilbakemelding på hva som var rett og feil, ikke bare godkjent/ikke godkjent. DTU mente også at vi har for få prosjektfag i vår utdanning.

De så det som positivt at våre studenter fikk innføring i økonomi og ledelse. De så også ordningen med K-emner som positivt, men mente vi kanskje burde få inn noen teknologiske emner blant disse – og dermed gi studentene mulighet til å velge noen teknologiske emner som K-emner.

Læringsmålene er i dag veldig omfattende – og derfor lite egnet til å beskrive hva en sivilingeniør i industriell kjemi og bioteknologi skal ha oppnådd. På grunn av mange spesialiseringer er det utfordringer knyttet til å forenkle læringsmålene, men et forslag til forenklede læringsmål er utarbeidet.

På vårt besøk på DTU fikk vi også se arealer som var meget godt tilrettelagt for studentaktiviteter og gruppeaktiviteter og her kan vi bli bedre på å forbedre det fysiske læringsmiljøet. Vi fikk også se noen meget flotte og moderne labber.

8. Handlingsplan

	tiltak	Frist
Kritisk revisjon av læringsmål	Gjennomgang og forenkling av læringsmål	Frist studieplanarbeidet 2017/2018
Sammenheng mellom læringsmål i fag	Gjennomgang av læringsmål i alle fagene i studiet for å se på sammenheng	
Minske/Hindre frafall	Revisjon av Teknostart	Gjennomført høst 2016 Evalueres
Minske/Hindre frafall	Ekskursjon første studieår – vise relevans for senere arbeidsoppgaver	
Bedre det fysiske læringsmiljø	Legge til rette for nye grupperom	
Evaluerer bruk av vurderingsformer	Redusere bruk av skriftlig eksamen/øke bruk av rapporter/mer tilbakemelding	Dette bør ses i større NTNU sammenheng