

NB:

Alle dagens foredrag
(men ikke gruppearbeidene)
blir tatt opp og tilgjengeliggjort
på FTS-hjemmesidene:

www.ntnu.no/fremtidensteknologistudier

Velkommen til FTS-webinar!

*Geir E. D. Øien
professor og prosjektleder,
Åpent FTS-webinar, 03.06.20*



NTNU

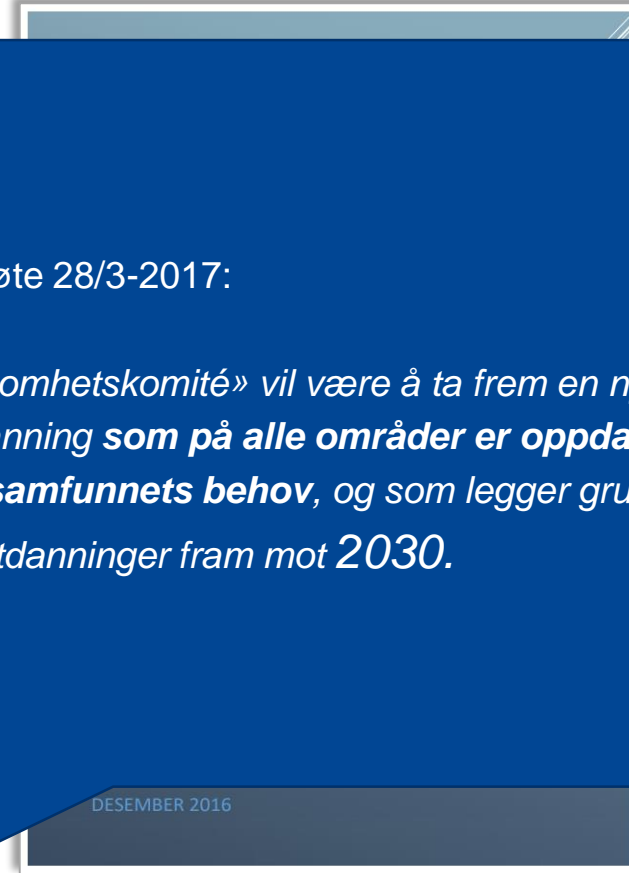
**FREMTIDENS
TEKNOLOGISTUDIER**



Fremtidens Teknologistudier (FTS): «Teknologistudiene 3.0»



1993: Virksomhetskomiteen, NTH



2016: Fusjon og faglig integrasjon, NTNU



2019 - 2021: FTS

Resultatmål for FTS

(formulert høsten 2019)

Resultatmål

Prosjektet skal utarbeide følgende:

FASE 1 (08/19-06/20)

Nr	Resultatmål
RM1	Kartlegging av styrker og svakheter ved dagens studieportefølje i et internasjonalt perspektiv
RM2	Kartlegging og beskrivelse av nasjonale rammebetingelser og samfunnets forventninger til NTNU som utdanningsinstitusjon
RM3	Kartlegging av dagens ressursbruk knyttet til NTNUs teknologistudier
RM4	Ønskede kandidatprofiler for fremtidens NTNU-teknologer
RM5	Overordnede prinsipper som teknologiutdanningene ved NTNU bør bygges på for å realisere ønskede kandidatprofiler
RM6	Hensiktsmessige virkemidler og verktøy for å realisere prinsippene – herunder pedagogiske, strukturelle, organisatoriske og teknologiske virkemidler
RM7	Beskrivelse av konsekvenser av anbefalt rammeverk mhp bl.a. ressursbehov, krav til læringsmiljø og organisasjonens kompetansebehov
RM8	Råd til NTNU om fremtidig dimensjonering av studieporteføljen innenfor teknologiområdet
RM9	Skisser (på overordnet nivå) av forslag til fremtidig studieportefølje og felles elementer
RM10	Anbefaling til fremtidig struktur for styrings- og støttefunksjoner for teknologistudiene
RM11	Skisse til prosess for hvordan NTNU – basert på det anbefalte rammeverket – kan implementere ny studieportefølje innenfor teknologiområdet
RM12	Sluttrapport med samlede anbefalinger

HØRING

HØRING(ER?)

FASE 2 + 3 (08/20 – 09/21)

Resultatmålene 1–11 samsvarer direkte med oppgavene a–i gitt i mandatet.

Resultatmålene 4, 5 og 6 (kandidatprofil, overordnede prinsipper, virkemidler) utgjør samlet det som i mandatet er omtalt som et «rammeverk» for NTNUs fremtidige teknologistudier.

Leveranser fra FTS - Fase 1 (august 2019 – juni 2020)

- **Kunnskapsgrunnlag**

- Omverden-analyse, drivere av kompetansebehov, internasjonal state-of-the-art, forventninger fra interessenter
- Styrker og svakheter ved dagens utdanninger – *utgangspunkt for egen SWOT-analyse i fagmiljøene 2020/21*

- **Utkast til kompetanseprofiler** på programtypenivå – *utgangspunkt for videre høring, dialog og diskusjon, internt og eksternt*

- **Skisse (momenter) til overordnede prinsipper for NTNUs teknologiutdanninger** – *utgangspunkt for videre høring, dialog og diskusjon, internt og eksternt*

- **Beregningsmodell for vurdering av potensiale for inntektsøkning** (= økt handlingsrom for kvalitetsøkning) i NTNUs utdanninger

- **Bidrag til/synergier med div. pågående prosesser ved NTNU**



Kompetanse:

Utgangspunktet for utforming av fremtidens studier

Viktigste trender og utviklingstrekk som vil påvirke kompetansebehov hos NTNUs kandidater fram mot 2030



Bærekraftig utvikling og grønt skifte

Et **sentralt fremtidspremiss** for alle aktører i alle sektorer – alle kandidater må ha **bærekraftskompetanse**

Trippel bunnlinje-tenkning

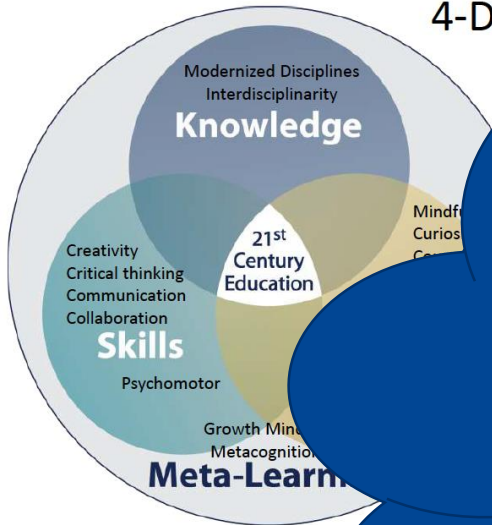
UNESCOs «key competences for sustainability»

Eget faglig perspektiv

Fremtidens teknologer og ingeniører trenger «flerdimensjonal og integrert» kompetanse

St.m. 16 (2016-17) «Kultur for kvalitet»

4-D Framework



«... In the information age of the 4th Industrial Revolution, the 'know-what' and the 'know-how' of STEM encompasses the traditional components of knowledge, skills, values and attitudes and the all-important expansion of information, big data and technology.

It is important not to view these components as isolated or 'stand-alone', but rather, in a connected, contextualized and holistic manner.

- UNESCO International Bureau of Education, 2019

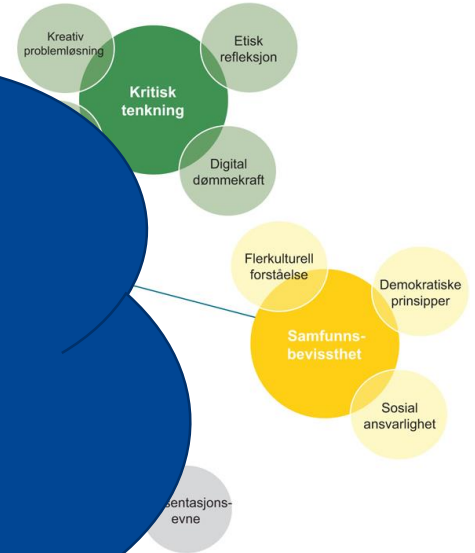
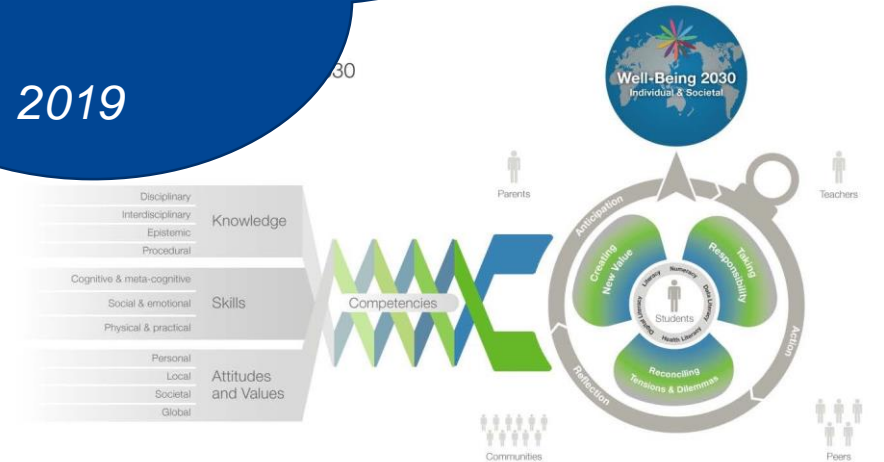
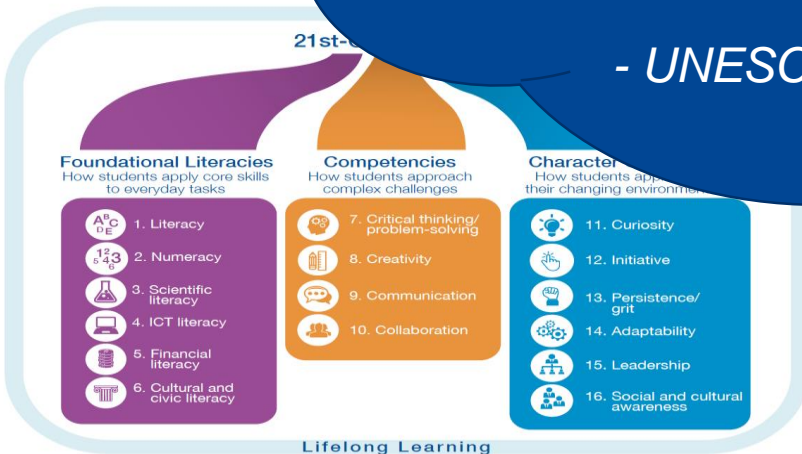


Exhibit 1: Students require 16 skills for the 21st Century



Teknas innspill til fremtidens teknologistudier

(Tekna presenterte sine synspunkter på FTS-workshop på Hell 15/1-20)

Dype og brede på en gang

Selvstendig tenkende

Kreative problemløsere

Bærekraft i alt vi gjør

Ansvarlig utvikling og bruk av teknologi

Etisk refleksjon

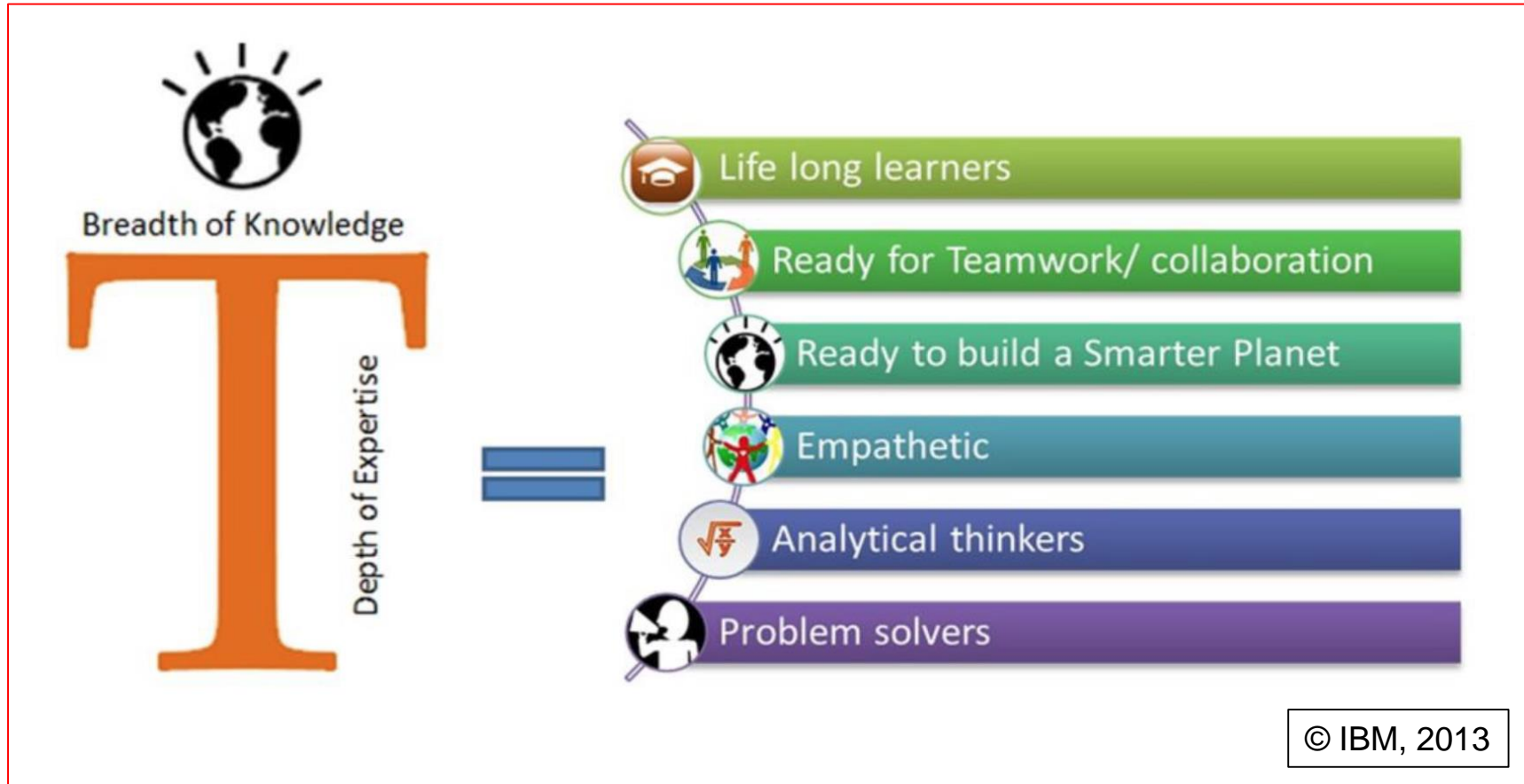
Selvstendighet, kreativitet, faglig dybde og bredde

... +
forretningsforståelse



Tekna

Samfunnet trenger «T-formede» teknologer og ingeniører



I FTS: Kompetanseprofil-**utkast** er utviklet på *programtype-nivå*, for

- 3-årig bachelor ingeniør (rammeplanstyrt)
- 5-årig integrert teknologimaster
- Ph.d.-studiet

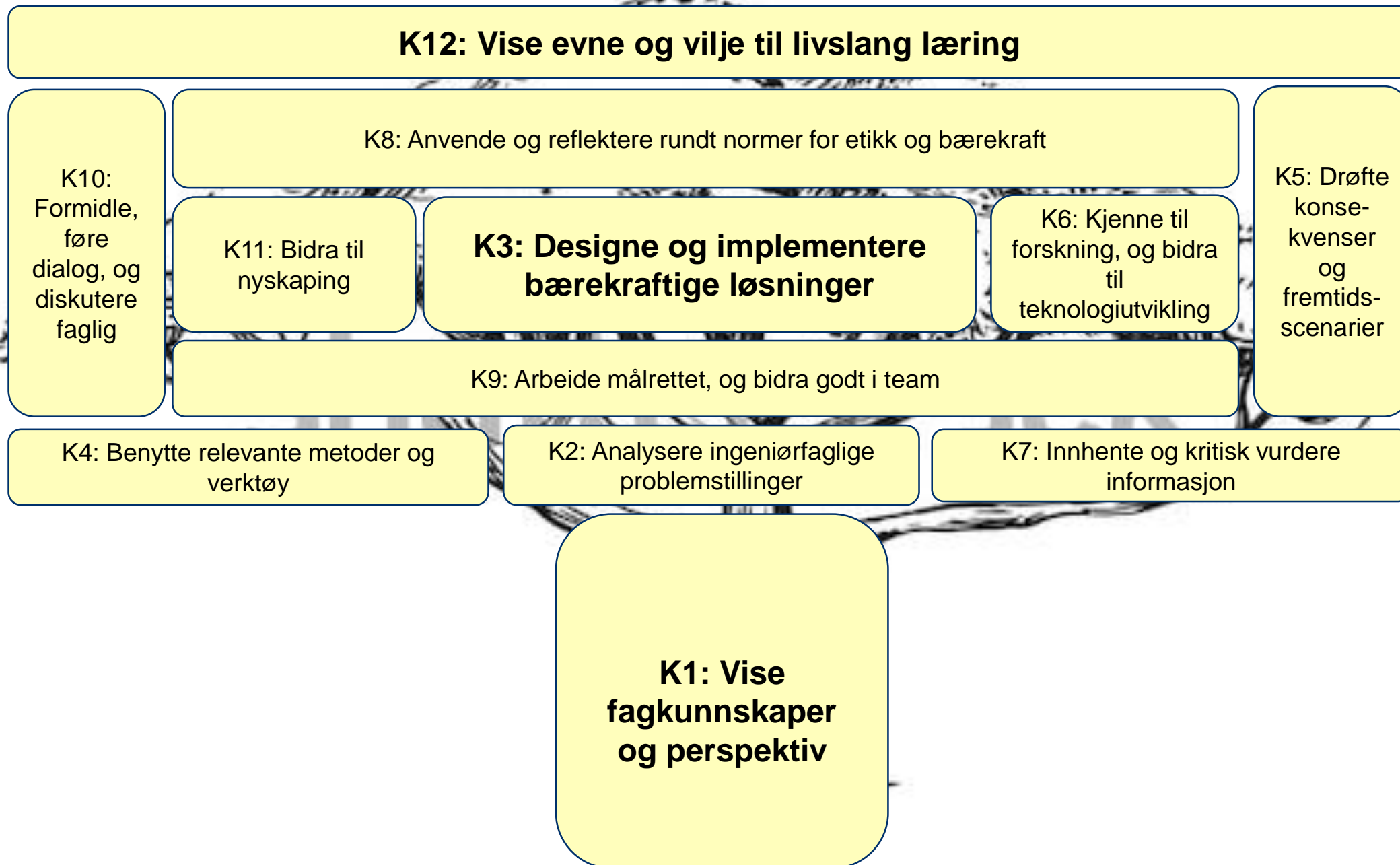
Under arbeid for:

- 3-årig bachelor realfag («frie» ikke-rammeplanstyrte bachelorstudier)
- 2-årige masterprogram (alle typer)

Utvikler *ikke* egne NTNU-profiler for:

- Nordic Five Tech-samarbeidsprogrammer
- Erasmus Mundus-samarbeidsprogrammer

«KOMPETANSENS TRE»: 12 **FORSLAG FRA FTS** på kompetansemål for fremtidens NTNU-teknologer



Eksempel 1 (bachelor ingeniør)

Kompetansemål K3: Designe og implementere bærekraftige løsninger

Etter fullført studium skal kandidaten kunne ...

... vise kreativitet og skaperkraft gjennom å kombinere fagkunnskaper, ferdigheter og personlige egenskaper for å designe og implementere bærekraftige tekniske løsninger som oppfyller aktuelle behov og gitte krav

Utdyping:

- Kandidaten skal kunne anvende sine fagkunnskaper i kombinasjon med profesjonelle ferdigheter, personlige egenskaper og evne til perspektiv, for å kartlegge behov hos brukere og andre interessenter.
- Kandidaten skal vise kreativitet og skaperkraft gjennom å kunne utvikle idéer til løsninger ved bruk av relevant og egnet designmetodikk.
- Kandidaten skal kunne designe, implementere, operere, vedlikeholde og videreutvikle tekniske produkter, prosesser, systemer eller tjenester, som dekker brukerbehov og bygger opp under samfunnets mål for økonomisk, sosial og økologisk bærekraftig utvikling, herunder likestilling, inkludering og mangfold.
- Kandidaten skal i prosessen vise kjennskap til relevante ingeniørfaglige krav.

Eksempel 2 (5-årig integrert teknologimaster)

Kompetansemål K1: Vise fagkunnskaper og perspektiv (understrekede formuleringer er mer ambisiøse enn for tilsvarende mål på bachelornivået)

Etter fullført studium skal kandidaten kunne ...

- ***... vise brede og dype kunnskaper innen eget fagfelt, betydelige kunnskaper i understøttende matematiske fag, realfag, økonomi- og samfunnsfag, samt tilstrekkelige kunnskaper i komplementære fag til å gi nødvendig perspektiv på eget fagfelt***

Utdyping:

- Kandidaten skal vise bred kunnskap om ingeniørfag og teknologi, med betydelig fordypning innen eget fagfelt.
- Kandidaten skal vise innsikt i fagfeltets vitenskapelige grunnlag, og betydelige kunnskaper i relevante matematiske fag og realfag - herunder IKT, algoritmisk tenkning og beregningsorientert matematikk - samt økonomi- og samfunnsfag.
- Kandidaten skal vise tilstrekkelige kunnskaper innen komplementære fagfelt, eksempelvis humaniora- og kunstfag, til å kunne se eget fagfelt i et bredere perspektiv.
- Kandidaten skal kunne vise at hens samlede kunnskap gjør hen i stand til å forstå og reflektere over fagfeltets forhold til andre fag og disipliner, og teknologens rolle og teknologiens funksjon i samfunnet før og nå, i et økonomisk, sosialt og økologisk perspektiv

Programtype vs. kompetansemål	Bachelor ingeniør	5-årig integrert master	Ph.d. (NB: forutsetter bakgrunnskompentanse ved oppstart tilsvarende masternivå)
K1	Vise fagkunnskaper og perspektiv	Vise fagkunnskaper og perspektiv	Vise til egne forskningsbidrag, og vise faglig innsikt og perspektiv
K2	Analysere ingeniørfaglige problemstillinger	Analysere komplekse og sammensatte ingeniørfaglige problemstillinger under usikkerhet	Identifisere, kritisk vurdere og analysere nye, komplekse og sammensatte teknologiske behov og nye teknologier
K3	Designe og bygge bærekraftige løsninger	Designe og bygge bærekraftige løsninger	Designe og bygge innovative løsninger basert på innsikt i teknologiske behov og funderte vurderinger av bærekraft
K4	Benytte relevante normer for etikk og bærekraft	Benytte relevante normer for etikk og bærekraft	Benytte relevante normer for etikk og bærekraft samt identifisere muligheter for innovasjon
K5	Drøfte kunnskap og fremtidige utfordringer	Drøfte kunnskap og fremtidige utfordringer	Drøfte kunnskap og fremtidige utfordringer om bærekraft og innovasjon
K6	Kjenne til relevante teknologier	Kjenne til relevante teknologier	Kjenne til relevante teknologier og utvikling
K7	Innhente og vurdere informasjon	Innhente og vurdere informasjon	Innhente og vurdere informasjon, og vurdere kvalitet, relevans og vitenskapelig tilnærming gjennom kritisk og vitenskapelig tilnærming
K8	Vise evne og vilje til livslang læring	Vise evne og vilje til livslang læring	Vise evne til og ta ansvar for livslang læring
K9	Anvende og reflektere rundt normer for etikk og bærekraft	Anvende og reflektere rundt normer for etikk og bærekraft	Utføre sin faglige virksomhet ihht. anerkjente internasjonale prinsipper for ansvarlig forskning og innovasjon
K10	Arbeide målrettet og bidra godt i team	Arbeide målrettet, bidra godt i team, og vise lederskap	Arbeide effektivt både selvstendig og i team, og vise lederskap i forskningsprosesser
K11	Formidle, føre dialog, og diskutere faglig	Formidle, føre dialog, og diskutere faglig	Formidle, diskutere og forsvare egen forskning
K12	Bidra til nyskaping	Initiere nyskaping og vise forretningsforståelse	Initiere og lede forskningsbasert nyskaping

Kompetanseprofiler for bachelor ingeniør, 5-årig master og ph.d., oppsummert og sammenlignet:

«Etter endt studium skal kandidaten kunne...»

FTS-VISJONEN

*«NTNU utdanner
skapende teknologer i verdensklasse*

—

*som kan og vil bidra
til en bærekraftig fremtid
og en bedre verden»*

Prinsipper som kan understøtte visjonen og kompetansemålene?

Hvilke prinsipper følger de beste i verden innenfor teknologi- og ingeniørutdanning? Og hvem er de?

1. *Which institutions are considered to be the 'current leaders' in engineering education?*

MIT, **Olin College of Engineering** (undergraduate), Stanford, Aalborg, TU Delft

2. *Which institutions are considered to be 'emerging leaders' in engineering education?*

Singapore Univ. of Technology and Design, **Olin College of Engineering**, UCL, ...


3. *What features distinguish the 'current leaders' and 'emerging leaders' in engineering education?*

Current:

practices highlighted at these institutions included user-centered design, technology-driven entrepreneurship, active project-based learning and a focus on rigor in the engineering 'fundamentals'.

Emerging:

features of the 'emerging leaders' include work-based learning, multidisciplinary programs and a dual emphasis on engineering design and student self-reflection. Case study evaluations suggest that the 'emerging leader' programs have benefitted from strong and visionary academic

 leadership, a faculty culture of educational innovation and new tools that support educational exploration and student assessment.

 School of Engineering

The global state of the art
in engineering education

MARCH 2018

DR RUTH GRAHAM

 FREMTIDENS TEKNOLOGISTUDIER 

The CDIO Standards: Et internasjonalt sett av prinsipper for ingeniørutdanning

Hva er CDIO? (Conceiving — Designing — Implementing — Ooperating)

- En **idé** om hva studentene skal lære
- En **metodikk** for utdanningsreform (CDIO Standards)
- Et **fellesskap** med over 120 universiteter verden over



CDIO Standard 1 — The Context:

*Adoption of the principle that **product, process, and system lifecycle development and deployment** -
- Conceiving, Designing, Implementing and Operating - are the context for engineering education*

Description:

*A CDIO program is based on the principle that **product, process, and system lifecycle development and deployment** are the appropriate context for engineering education ...*

Rationale:

*Beginning engineers should be able to **Conceive-Design-Implement-Operate complex value-added engineering products, processes, and systems**, in modern team-based environments ...*

Oppsummering av «beste praksis» internasjonalt (studieturer, litteratur, CDIO.org ...)

- **Tydelig kvalitetskultur, helhetlig kvalitetssystem, kontinuerlig forbedring, intern kompetanseutvikling**
 - Vitenskapelig + profesjonelt + pedagogisk!
- **Fokus på helhetlig kompetanse - og samfunnsansvar - hos kandidatene**
- **Helhetlig syn på studentenes læringsbane**
- **Fleksibilitet som muliggjør tverrfaglighet**
- **«Constructive alignment» læringsmål – vurderingsmetoder – undervisning** (samstemt undervisning)
- **Fokus på motivasjon, engasjement, initiativ, samarbeid, identitet, dyp læring, gjennom ...**
 - Studentsentrerte læringsformer, interaktiv og studentaktiv læring, samarbeidslæring, varierte læringsaktiviteter.
 - Prosjekt-, case- og problembaserte læringsaktiviteter, design-implement-prosjekter, opplevelsesbasert (experiential) læring, realistiske og åpne (open-ended) problemstillinger
- **Formative vurderingsformer og underveis-tilbakemeldinger til studentene**
- **Integrering, kontekstualisering og programtilpasning av (ikke lenger helt) generiske grunnlagsfag**
 - ... som matematikk, statistikk, fysikk og grunnleggende IT.
 - Tydelig kobling av teori og praksis fra starten av studiet, vektlegging av beregningsorientert matematikk og algoritmisk tenkning.
- **Betydelig samhandling med arbeidslivet**
 - ... inkl. ambisiøse opplegg for praksis
- **God tilrettelegging, integrasjon og utnyttelse av digital og fysisk infrastruktur**

10en relevante kvalitetsdimensjoner i videreutvikling av NTNUs studieprogrammer i teknologi- og ingeniørfag

(uferdig og ikke komplett - bygger bl. a. på CDIO Standards 2.0 – utgangspunkt for videre diskusjon i/med fagmiljøene)

1. Programmenes overordnede kompetansemål førende for utforming, innhold og gjennomføring
2. Motiverende, profesjonsrelevante intro-emner i alle studieprogram
3. Innslag av «design-implement»-prosjekter – (også) tidlig i studiet – i alle program
4. Integrert curriculum: Gjensidig støttende emner
5. Integrerte læringsaktiviteter: Utnytte «dual use of time»
6. Aktive og varierte læringsmetoder
7. Oppdaterte, profesjonsrelevante læringsarealer («engineering workspaces»)
8. Tydelig støtte til systematisk utvikling av læreres profesjonskompetanse
9. Tydelig støtte til systematisk utvikling av læreres pedagogiske kompetanse
10. Vurderingsmetoder som bidrar til læring – constructive alignment
11. Systematisk, forpliktende samhandling med alle relevante interessentgrupper
12. Systematisk og jevnlig programevaluering og -utvikling

Styrker og svakheter ved dagens utdanninger: Tentative funn og ulike perspektiver

Hva er de viktigste styrkene å beholde ved dagens teknologiutdanninger ved NTNU?

1. Solide **basiskunnskaper** i matematikk, statistikk, naturvitenskap og IT (gjelder spesielt siv.ing.)
2. Ingeniørstudiet er praktisk orientert og **industrirelevant**
3. **Prosjektbasert**, problembasert og lab-basert undervisning
4. Studentene **lærer å lære**
5. Sterkt **studentengasjement** i og utenfor studiene
6. God **kobling mot forskning**
7. Godt **samarbeid med næringslivet**
8. **Stolthet** og **merkevare** knyttet til NTNU og

«Hvis jeg skulle forbedre én ting ved dagens teknologiutdanninger ved NTNU ...» hva ville det vært?

1. Mer **innovasjon** og **kreativitet** (integrert) i studiene
2. **Bærekraft** må tas (skikkelig) inn i studiene – gjerne sammen med etikk
3. IT og **digitalisering** må integreres i flere emner
4. Større **variasjon i undervisnings- og vurderingsformer** (f.eks. 'flipped classroom')
5. Tenke helhetlig om **tverrfaglighet vs dybde**
6. Mer **fleksible læringsarealer**
7. Styrke **faglærernes pedagogiske kompetanse**

Fra FTS-workshop for studenttilitsvalgte

30/1-20

- Hva er **bra** og må beholdes ved dagens studietilbud?
- Hva **bør endres eller forbedres** ved dagens studietilbud?
- Hva nytt krever **fremtiden**? Hvordan får vi det best inn i studiene?

Bra/Positivt

Mindre bra/Negativt

Ønsker for fremtiden

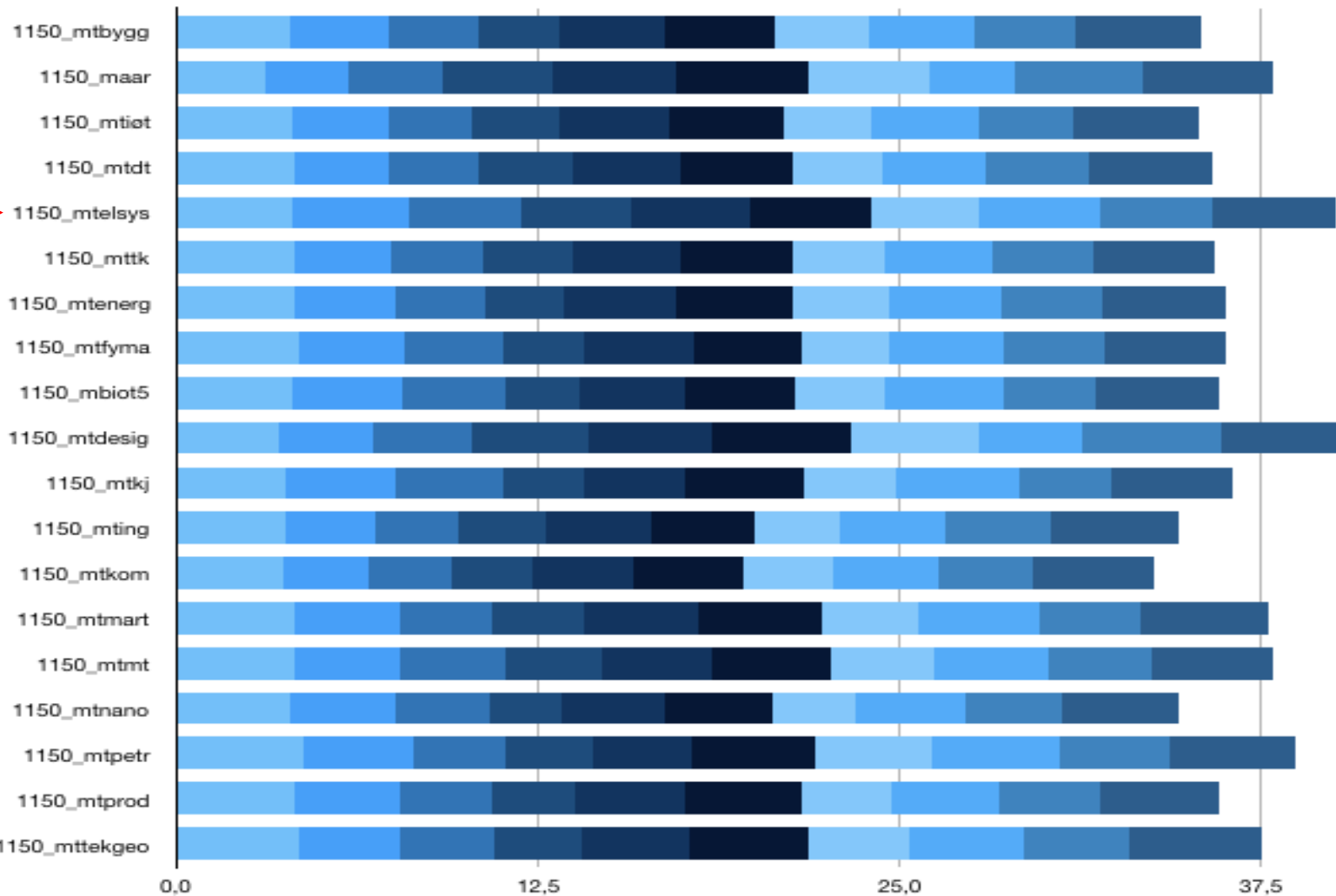
- *Styrk kontakten mellom forelesere og studenter*
- *Mer fokus på team og gruppearbeid – gjerne fra starten av studiene.*
- *Utvikle ikke-teknologiske ferdigheter («soft skills») bl.a. evne til refleksjon om etiske problemstillinger.*
- *Mer vektlegging av bærekraft*
- *Lær av ELSYS – utvikle flere program i den retningen*
- *Campusutviklingen må understøtte studentfrivilligheten*
- *Sørge for at studenter i samme studieprogram har arealer som fungerer som faglig og sosial møteplass*
- *Styrk evnen til endring og forbedring av dårlig undervisning*
- *Mer bruk av formativ vurdering*



Studiebarometeret 2019: Studentenes tilfredshet med *eget læringsutbytte*

(10 dimensjoner av læringsutbytte, skala 1 – 5 der 5 er best) [1 rad per 5-årig masterprogram]

- Teoretisk kunnskap
- Egen erfaring med forsknings- og utviklingsarbeid
- Evne til refleksjon og kritisk tenking
- Muntlig kommunikasjonsevne
- Evne til å tenke nytt
- Kunnskap om vitenskapelig arbeidsmetode og forskning
- Yrkes- og fagspesifikke ferdigheter
- Samarbeidsevne
- Skriftlig kommunikasjonsevne
- Evne til å arbeide selvstendig



EISys

Design

Finner tydelig positiv korrelasjon mellom opplevd grad av **studentaktiv undervisning** og opplevd læringsutbytte

Hva synes våre **alumni** om sin utdanning?

[NTNUs Kandidatundersøkelse 2019 – masterprogrammene (5 + 2) i FTS-porteføljen]

Mest fornøyde med (> 80 % helt eller delvis enig i utsagnet «Jeg ...»):

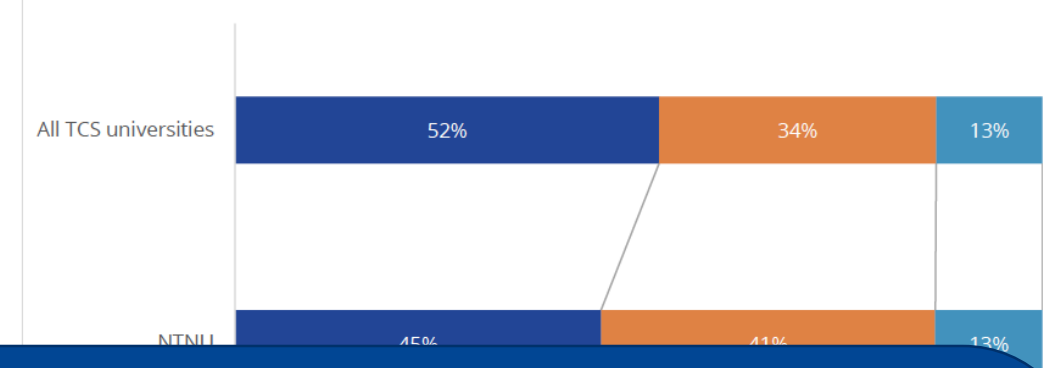
- ... fikk god kompetanse i **analytisk arbeid**
- ... ble god til å tilegne meg **ny kunnskap**
- ... ble god til å jobbe **resultatorientert**
- ... fikk god kjennskap til **mitt fagområdes egenart**
- ... fikk kompetanse som er **viktig i arbeidslivet**

Minst fornøyde med (< 50 % helt eller delvis enig i utsagnet «Jeg ...»):

- ... fikk god kompetanse i **prosjektplanlegging**
- ... fikk god kompetanse i **muntlig fremstilling**
- ... lærte hvordan jeg skal gå frem dersom jeg skal **starte egen bedrift**
- ... fikk gode ferdigheter i **kreativt arbeid**
- ... fikk god kjennskap til **andre fagområders egenart**
- ... fikk god kjennskap til **andre språk og økt kulturforståelse**
- ... fikk gode ferdigheter i å vurdere **etiske problemstillinger**

Teaching Cultures Survey 2019:

Hva mener vitenskapelig ansatte om undervisningssituasjonen ved NTNU?



- Over **80 %** av vitenskapelig ansatte ved NTNU ser **behov for pedagogisk trening og utvikling** selv om man er fag-ekspert
- Kun **40 %** av vitenskapelig ansatte ved NTNU opplever at **universitetet har et støttende læringsmiljø** for å utvikle og forbedre undervisningspraksis
- Kun **45 %** av vitenskapelig ansatte ved NTNU (**52 %** av de som *føler behov*) har en **mentor å støtte seg til** på undervisningssiden
- Nesten **60 %** av vitenskapelig ansatte mener at **undervisning bør telle mer i opprykkssøknader**

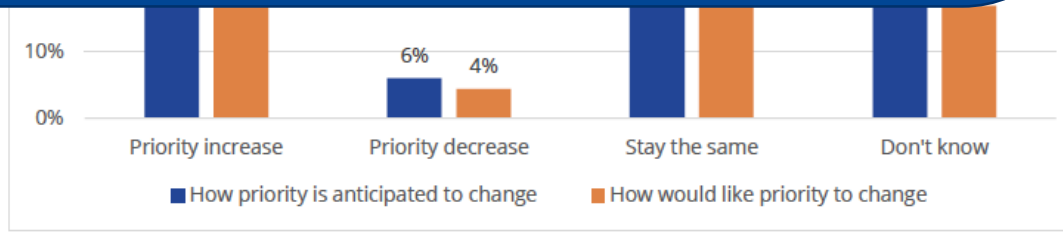
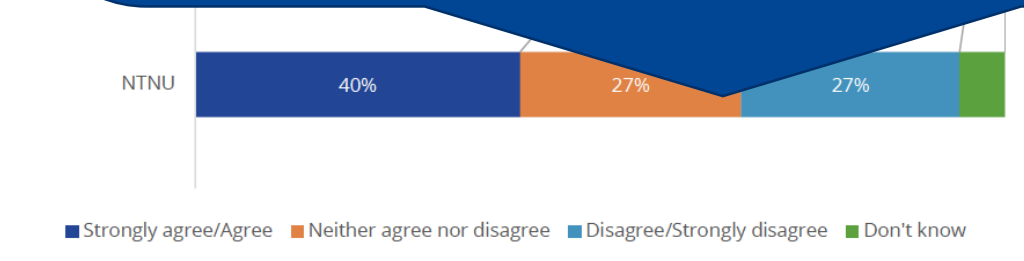


FIGURE 4 Percentage agreeing/disagreeing with the statement "My university provides a supportive learning environment with opportunities to develop and improve my teaching practice" for participants from (i) all TCS 2019 institutions; and (ii) NTNU.

FIGURE 16 Responses to the two questions: "Do you think the priority given to university teaching in academic promotions will change at your institution in the next five years?" and "Would you like the priority given to university teaching in academic promotions at your institution to change in the next five years?" – represented by "how priority is anticipated to change" and "how would like priority to change" respectively – for NTNU participants.

FTS: Videre prosess og aktiviteter *(tentativt bilde)*

Revisjon av opprinnelig prosjektplan for fase 2 + 3
(i/a sommeren 2020)

Igangsetting av aktiviteter i fase 2 + 3
(august 2020)

Spørreundersøkelse blant NTNUs teknologistudenter (H2020)

Åpen hørings-/innspillsrunde på FTS' leveranser og resultater så langt
(H2020)

Spørreundersøkelse/egenevaluering i NTNUs fagmiljøer
(H2020)

P.t. ikke forventet forsinkelse i prosjektet totalt sett
(sluttdato 1/9-2021)