



NTNU

Det skapende universitet

Fremtidsrettet teknologiutdanning

Torbjørn Digernes og Eivind Hiis Hauge
Rektor og ex-rektor, NTNU

Rammebetingelser: Studenter

- Opptak, interesse
 - Opptak. 1950: Ca. 300. 2005: Ca. 1500
 - Antall med siv.ing. studiekompetanse: Nedadgående trend gjennom mange år
 - Ungdommens interesse for egen karriere innen naturvitenskap og teknologi svekket (i "alle" rike, vestlige land)
- NTNU avhengig av skolen
- Skolen trenger drahjelp av NTNU
 - Teknologilektoren, realfaglectoren
 - Tigris
- Mange interesserte og ressurssterke siv.ing.-studenter fortsatt!

Bolognaprosessen

- 3+2 modellen
- NTNU og flere av de tradisjonsrike ingeniørutdanningsuniversitetene i Europa ønsker ikke å gi en komplett profesjonsutdanning i 3-årige bachelorprogrammer
- BSc etter tre års grunnleggende ingeniørutdanning etter den modell NTNU har idag er aktuell, med noen modifikasjoner
- Viktig:
NTNU må tiltrekke seg utenlandske studenter til masterprogrammer, og få dem til å gli sømløst inn i våre nasjonale programmer
Vi må undervise på engelsk de to siste årene

Rammebetingelser: Forskning & økonomi

- God, forskningsbasert siv.ing.-utdanning forutsetter forskning av høy kvalitet innen teknologi og naturvitenskap
- Forskning av høy kvalitet forutsetter
 - god forskningsledelse
 - gode miljøbyggere
 - gode forskere
 - gode videregående studenter
 - god eksperimentell infrastruktur
 - god kontakt med internasjonal forskningsfront
 - god kontakt med brukere av forskningsresultater
- Uten god finansiering blir alt meget vanskelig!
- Økende samfunnsforståelse for dette etter en vanskelig periode
- Med Sintef som synergi-partner!

Rammebetingelser: Globalisering

- Internasjonal konkurranse
 - Forskning, både grunnleggende og anvendt (EU, bilateralt mot USA, Japan,...., Hydro, Norske Skog, Statoil, Shell.....)
 - Utdanning, spesielt ift de *beste* studentene
 - Forskning&utdanning: To sider av samme sak!
- Norsk forskning: 0.5-1% av totalen
 - Vi må spesialisere oss med vett
 - Vi må utdanne bredere, og derfor være gode *nok* i bredden
- Og med Sintef i forpliktende partnerskap!
- Norsk næringsliv i globalt verdikjede-perspektiv
 - Internasjonalt orientert utdanning
 - Norske studenter ute, utenlandske med MSc fra NTNU

Muliggjørende teknologier

Utdanning og teknologiske paradigmeskifter:

- IKT som revolusjonerende kraft. Det trengs:
 - spesialister
 - velutdannede brukere av alle slag
- Ytterligere muliggjørende teknologier (der NTNU allerede er aktiv, men hele tiden må vurdere virksomheten):
 - bioteknologi
 - nanoteknologi
 - (og samspillet mellom IKT, bio- og nanoteknologi!)
- Hvor langt bør utdanningen tilpasses fremtidsscenarier?

Hovedtyper av ingeniørarbeid

- Type I:
“Disiplin” – anvendelse av dyp disiplinkunnskap til å utforme, analysere og verifisere konstruktive løsninger
- Type II:
“Design” eller “System” – utvikling og analyse av systemer og konseptuelle løsninger for å løse sammensatte oppgaver
 - Fokus:
Produktet eller systemet som utvikles og dets egenskaper
- Type III:
“Ledelse” eller “Drift” – Produksjonsledelse, driftsledelse, prosjektledelse
 - Fokus:
Prosessene og ressursene som frambringer resultatet
- Oppgavetyperne stiller ulike krav til ingeniøren, og tilpasset innhold i utdanningen

Hvordan skjer teknologiske gjennombrudd?

- Nyskapende ingeniørmessig anvendelse av naturvitenskapelig innsikt - dyp disiplinkunnskap skaper nye muligheter – type I ingeniørarbeid skaper en ny muliggjørende teknologi
- Type II-arbeid - design eller system - bringer muliggjørende teknologier sammen og kombinerer dem med etablerte teknologier slik at oppgaver løses på helt nye måter
- Type III-arbeid – ledelse – realiserer nye løsninger gjennom nye måter å organisere teknologi og mennesker i samhandling

Verktøyene i ingeniørarbeid

- Alle de tre typene ingeniørarbeid påvirkes av en sterk utvikling av IKT-baserte ingeniørverktøy
- Type I: Disiplinverktøy basert på 1. principles metoder
- Type II: Designverktøy integrert med produktmodeller som videre integreres med type I disiplinverktøy
- Type III: Prosjekt- og ressursstyringsverktøy

- Markant endring de siste 25 år:
Tydlig skille mellom verktøyutviklermiljø og brukermiljø
- Mer krevende å drive verktøyutvikling, det krever både
 - Den beste tilgjengelige dybdekunnskap
 - IKT-kunnskap i spissklasse

Konsekvenser for utdanningsinstitusjonene

- Nødvendig å skille mellom tre innsiktsnivå for disiplinkunnskap
 1. Innsikt for verkøtyutvikling – I praksis: Forskerkompetanse
 2. Innsikt for avansert disiplinbasert utviklingsarbeid
Brobygger mot verktøytviklere og mot designere
 3. Innsikt for integrerende design og systemarbeid
- **Utfordringer**
 - Kandidatene har bruk for en viss verktøyferdighet, eller et godt grunnlag for å skaffe seg den raskt
 - De tunge verktøyene skjuler ofte dyp disiplinkunnskap og metode
 - De har en relativ høy brukerterskel
 - De er derfor uegnet til å gi studentene grunnleggende innføring i disiplinkunnskap

Spesialisering kontra bredde

- Kjerneutdanningene: 90-10 blanding

Vår store studieprogrammer er av denne typen
Noen valgretninger på masternivå går i bredderetning

- Tverrfaglige kompetanseprofiler: 50-50 profiler
Eksempler:
 - Industriell økonomi
 - Biofysikk og medisinsk teknologi
 - Industriell design
 - Ingeniørvitenskap og IKT
- Utfordring: Få tilstrekkelig faglig tyngde på to områder

Hva skaper behov for tverrfaglige kompetanseprofiler?

- Kommunikasjon
 - Behovet for kommunikasjon mellom områder med lite overlapp og hvert sitt “stammespråk”
- Effektivitetsforbedring
 - Redusere transaksjonskostnader i eksperter i team
- Kreative prosesser som krever dyp kunnskap fra flere domeneområder
- Nye kombinasjoner av domenekunnskap i type-II og type-III arbeid
- Utvikling av nye disipliner mellom disiplinene

I Norge må

- industrien mestre ny muliggjørende kunnskap tidlig
- industrien beherske de beste prosessene for å drive ingeniørarbeid
- ha mottaks- og tilpasningskompetanse for å utnytte kunnskap skapt andre steder
- være i internasjonal spissklasse på den kunnskap som er særlig viktig for nasjonen
- universitetene forske smalere enn de underviser
- Kan vi
 - la utdanning der vi ikke har tilstrekkelig forskningsbasis skje i bachelorprogrammer ved ingeniørhøgskoler?
 - utdanne nasjonalt viktige spesialister i samarbeid med kollegauniversiteter på områder der vi selv ikke har tilstrekkelig forskning?

Oppsummert

- Utdanning er i ferd med å bli en internasjonalt konkurranseutsatt virksomhetsområde, ingeniørutdanningene må ta konsekvensen av dette og internasjonalisere seg
- Den måten dagens IKT-baserte ingeniørverktøy endrer ingeniørens arbeidsprosesser på vil påvirke kompetanseprofilene som skal tilbys
- Men framtidens ingeniørutdanning vil fortsatt være basert på et solid grunnlag i matematikk, naturvitenskap og ingeniørvitenskapelige metodefag
- De nye muliggjørende teknologiene vil trolig føre til et behov for nye tversgående kompetanseprofiler.
Det blir viktig å finne de riktige for å stimulere nyskapings-
evnen i det norske samfunn