

Fundamenta och gränser för högskole- och civilingenjörsutbildningarna

Inledning

Syftet med denna skrift är att ställa frågor och utgöra inledning till NyIngs konferens i november 2000. Vi vill genom att fundera över kärnan och gränserna för respektive ingenjörsutbildningar komma fram till ett förslag till nya mål för utbildningarna.

Civilingenjör- och högskoleingenjörsutbildningarna är båda yrkesutbildningar. Målen beskrivs, kort men kärnfullt, i högskoleförordningen. (Se bilaga.)

Förordningen anger ett sätt att beskriva målen för utbildningarna. Man kan också betrakta utbildningarna från andra synpunkter.

Ett sätt att beskriva utbildningarna är att ange deras gränser; att försöka besvara frågan "Vad är inte en ingenjörstudium?". "Angränsande utbildningar", till exempel (teknisk) kandidat och magisterutbildningar, berörs nedan.

Ytterligare ett sätt att karakterisera utbildningarna "de fyra F-en: fakta, förståelse, färdighet och förtrogenhet. Har de båda ingenjörstudiumerna olika karaktär om man använder dessa termer? Vi diskuterar detta under rubriken "Kunskaper och färdigheter".

Slutligen kan man beskriva utbildningarna genom att beskriva deras innehåll och organisation. Organisationen är väsentlig därför att vissa kunskaper eller färdigheter uppnås inte genom formella kurser utan genom de utbildningsformer som tillämpas.

Genom att betrakta ingenjörstudiumerna från alla dessa synpunkter kan vi komma fram till en generell målbeskrivning som kan användas för att planera, utforma, genomföra och utvärdera framtidens högskole- och civilingenjörstudiumer.

Målen för utbildningen kan ses i relation till beskrivningar av en yrkesverksam ingenjör.¹ Inom NyIng-projektet har vi använt flera möten, både interna och med externa deltagare, för att försöka besvara frågan "Vad är en ingenjör?". En del resultat av dessa möten redovisas nedan under rubriken "Bilderna av ingenjören".

Angränsande utbildningar

De båda ingenjörstudiumerna skiljer sig från utbildningarna till teknisk kandidat och teknisk magister. Ingenjörstudiumerna är yrkesutbildningar efter vilka man kan

1. Vi använder här ordet "ingenjör" för att beteckna både "högskoleingenjör" och "civilingenjör". Där sammanhanget så kräver använder vi respektive namn.

påbörja en yrkesverksamhet eller fortsätta med forskarutbildning. Kandidat- och magisterutbildningarna är steg i en akademisk karriär: kandidat – magister – licentiat – doktor. De är inga yrkesutbildningar utan är i hög grad knutna till akademiska discipliner; något som också uttrycks i kravet för kandidat- och magister-examina i form av poängkrav i ett ämne.

Teknisk magisterexamen har emellertid kommit att användas för ett helt annat ändamål än vad den var avsedd för. Flera högskolor som har utbildning till högskoleingenjör har byggt på dessa med en teknisk magisterexamen i akt och mening att uppnå civilingenjörskompetens för de studerande. De tekniska magistrar som på detta sätt har utbildats har ofta fått anställning och arbetsuppgifter som påminner om en civilingenjör. Detta är inte förvånade med tanke på högskolans intentioner. Dock är ofta den tekniske magistrarnas kunskapsbas snävare, så att det krävs att hans eller hennes kunskaper är väl anpassade till arbetet. För att få magisterexamen krävs fördjupade studier i huvudämnet på 80-poängsnivån med godkänt resultat. Detta innebär en starkare ämneskoncentration än den breda civilingenjörsutbildningen.

Kunskaper och färdigheter

De fyra F-en

En bild av skillnaden mellan de två målen för civilingenjör- och högskoleingenjörsutbildningarna knyter an till den beskrivning av kunskap som bland andra Ingrid Carlgren på Lärarhögskolan i Stockholm gjort. Hon använder ”de fyra F-en”: Fakta, Färdighet, Förståelse och Förtrogenhet.

Fakta har kvantitativ karaktär. Det är information, regler, konventioner och annat som kan mätas i termer av mer eller mindre.

Färdighet innebär att vi vet hur något skall göras och kan utföra det. Det kan gälla motoriska färdigheter som att cykla eller intellektuella färdigheter som att utföra tankeoperationer i t.ex. matematik.

Förståelse har en kvalitativ dimension. Vi kan inte förstå mer eller mindre, men vi kan förstå på kvalitativt olika sätt. Kunskapen kan bedömas i termer av mer eller mindre kvalificerad förståelse. Förståelse kan vara mer eller mindre individuell. Genom språket skapar vi en inre bild av begrepp och strukturer som byggts upp inom olika ämnesområden.

Förtrogenhet har kallats ”tyst kunskap”. Den är ofta förenad med sinnliga upplevelser. Vi tar in information genom våra sinnen och ”vet” sedan hur vi skall handla. Genom att delta i praktisk verksamheter lär vi oss reglerna i dessa verksamheter. Förtrogenhet innebär att vi kan tillämpa dessa regler på olika sätt beroende på det unika i situationen.

Om vi använder dessa begrepp på högskole- och civilingenjörsutbildningarna så kan vi se att båda utbildningarna kräver ett visst mått fakta och färdigheter. Dessa är nödvändiga för att kunna verka som ingenjör. De två utbildningarna skiljer sig inte i dessa avseende; i båda utbildningarna betonas behovet av faktakunskaper och tekniska och andra färdigheter. Utbildningarna skiljer sig främst åt genom att civilingenjörsutbildningen betonar förståelse i högre grad och högskoleingenjörsutbildningen betonar förtrogenhet med tekniken. Denna skillnad är värdefull, inte minst för att ge

högskoleingenjören en välförtjänt egen status. En högskoleingenjör skall kunna uppvisa en förtrogenhet med tekniken som en civilingenjör inte kan. (Detta gäller nyutexaminerade ingenjörer. Beroende på senare erfarenheter och vidare lärande kan skillnaderna förstås bli helt annorlunda.)

Denna skillnad mellan utbildningarna gör att en högskoleingenjörsutbildning inte utan vidare kan byggas på till en civilingenjörsutbildning utan att lägga till ytterligare studietid. Omvänt kan inte en civilingenjörsutbildning, trots att den är längre, göra anspråk på att innefatta högskoleingenjörsutbildningen.

Skillnaden är värdefull för samhället; vi behöver både civilingenjörer och högskoleingenjörer. Frågan är om vi inte behöver fler högskoleingenjörer än civilingenjörer.

Utbildningens innehåll och organisation

Ingenjörsutbildningarna innehåller vissa fundamentala delar, komponenter som vi anser vara grundläggande för de yrken som är utbildningarnas resultat. Hit hör matematik; ingenjörens kanske viktigaste språk. Men hit hör också andra språk, som svenska och engelska, som är nödvändiga för ingenjörens kommunikation. Mycket av kommunikationsfärdigheten tränas under utbildningen genom att undervisningen har former som naturligt ger denna träning. Vissa kurser får därmed en dubbel roll; både som grund för att lära ämnet för kursen och som medel för att uppnå kommunikationsfärdighet.

Den dubbla rollen finns även på andra sätt. I många naturvetenskapliga ämnen tränas användning av matematiska modeller, förutom kunskap i ämnet. Naturvetenskapen får härigenom en särställning och vi behandlar den särskilt nedan.

Ingenjörsutbildningarna handlar inte enbart om teknik och teori utan ger också en färdighet i att tillämpa dessa kunskaper. Detta gäller både högskole- och civilingenjörsutbildningarna. För att kunna tillämpa kunskaperna krävs det, förutom kommunikationsförmåga, som vi berört ovan, även andra färdigheter. Kommunikationsförmåga brukar ses som en del av en social kompetens, men detta omfattar även sådana saker som samarbetsförmåga, ledarskapsförmåga, pedagogisk förmåga och annat som rör individens relation till sin omgivning.

Etisk kompetens är nödvändig vid tillämpning av teknik i ett allt mer komplicerat samhälle. Det handlar om ett förhållningssätt där ingenjören reflekterar över sin och teknikens roll i samhället. Ingenjören blir därmed både en skapare och en användare av teknik. Detta kräver en helhetssyn som går utöver den ämnesinriktade kunskap som en gång dominerade ingenjörsutbildningarna.

Utbildningens innehåll och organisation syftar inte endast till att bibringa kunskaper (kognitiva färdigheter). Den skall även frambringa ingenjörer som är professionella, mogna tekniker. Detta innebär bland annat att ge ingenjören mod att tro på sig själv och sitt arbete. Det innebär också kreativa, skapande människor med fantasi och inlevelseförmåga. Detta har betonats av flera av författarna till antologin ”Vad är en ingenjör?” som tidigare getts ut av NyIng.

Naturvetenskap

Målen för högskole- och civilingenjörsutbildningarna (se bilaga) har identiska första stycken. Där står bland annat att ”studenten [skall] ha tillägnat sig kunskaper i ...

naturvetenskapliga ämnen ...”. Vid diskussioner inom NyIng-projektet, bland annat med rektorer för de tekniska högskolorna, har den naturvetenskapliga grunden betonats. Det pågår en diskussion om denna grund är relevant, till exempel för civilingenjörer inom datateknik, men än så länge måste vi konstatera att en tillräcklig naturvetenskaplig grund anses vara ett oeftergivligt krav för civilingenjörer. I den pågående diskussionen har det också betonats att studenten i naturvetenskapliga ämnen får en övning i tillämpning av matematik och matematiska modeller. Om utbildningen i en framtid får en annan vetenskaplig grund så får denna övning i att tillämpa matematik, ingenjörens universalspråk, inte tappas bort.

Målbeskrivningen för högskoleingenjörsexamen har samma formulering vad gäller naturvetenskapliga ämnen, men den har i praktiken, inom flera utbildningar, kommit att få en svagare betoning än för civilingenjörsutbildningen. Inom NyIng-projektet har från flera håll tankar framförts att den naturvetenskapliga grunden för högskoleingenjörsexamen borde omformuleras. Så skedde till exempel vid en nyligen genomförd diskussion med Samverkansgruppen för högskoleingenjörsutbildningarna.

En slutsats av dessa iakttagelser kan vara att kravet på en naturvetenskaplig grund är starkare för civilingenjörsutbildningen än för högskoleingenjörsutbildningen

Mål för framtidens ingenjörsutbildningar

Högskole- och civilingenjörsutbildningarna är högre tekniska utbildningar. Vad är då teknik? Svante Lindqvist gör i en intressant uppsats¹ en kritisk granskning av några av de vanligaste definitionerna. (Bland annat avfärdar han att teknik är tillämpad naturvetenskap.) Lindqvist stannar slutligen för att ”teknik är människans metoder att tillfredsställa sina önskningar genom att använda fysiska föremål”. Han diskuterar sedan om vi kan vidga definitionen genom att innefatta annat än fysiska föremål, men finner då att definitionen blir alltför vittomfattande.

Kan vi utgå från Svante Lindkvists föreslagna definition av teknik? Hur skall vi då betrakta utbildningar som industriell ekonomi, datavetenskap och medieteknik?

Vi har tidigare vidrört att tekniska utbildningar inte enbart handlar om förståelse och förtrogenhet med teknik utan också färdigheter att tillämpa tekniken. Detta har lett till krav på inslag i utbildningarna som inte är rent tekniska utan snarare handla om teknikens användning och roll i samhället. Hur mycket av denna träning skall ingå i ingenjörsutbildningarna och vad skall överlåtas till en träning för den redan yrkesverksamme ingenjören?

Den klassiska bilden av ingenjören (jämför nedan!) är en specialist; en inom sitt område mycket kunnig person. Är detta en önskvärd karakteristik av framtidens utbildning? Eller skall vi skapa ingenjörer som är mer ”generalister”?

Vilka skillnader och likheter bör vi ha mellan högskole- och civilingenjörsutbildningarna? Vi har ovan berört naturvetenskapens ställning. Är det rimligt att denna uppvisar så stora skillnader mellan de två ingenjörsutbildningarna som är fallet i en del av de nuvarande utbildningarna? Kan vi på annat sätt göra en distinktion mellan de två utbildningarna? Skiljer de sig, som vi har diskuterat ovan, i betoningen av förståelse av och förtrogenhet med teknik? Är civilingenjörsutbildningen forskningsförberedande,

1. Svante Lindqvist: ”Vad är teknik?”. I Bosse Sundin, red.: ”I teknikens backspegel. Antologi i teknikhistoria”, Carlsons, 1987

men inte högskoleingenjörsutbildningen?

Bilden av ingenjören

Vi avslutar denna skrift med att ge en syn på frågan ”Vad är en ingenjör?”. Vi ställde frågan till en grupp yrkesverksamma ingenjörer. Gruppen bestod av ingenjörer med olika kön olika ålder och olika typer av yrken. Resultatet sammanfattades genom en rad av nyckelord som karakteriserar en ingenjör.

Flexibel (förändringsbenägen, anpassningsbar, öppenhet för nya lösningar, sätter sig snabbt in i nya saker, klarar sig med befintliga resurser)

Socialt kompetent (bra på att skaffa sig kontaktnät och nyttja det, kommunikativ, kan kommunicera med andra yrkesgrupper, t e ekonomer, utbildare, ..van att jobba i tvärfunktionella team, något annat intresse än jobbet - balans i tillvaron, vill dela med sig av sin kompetens, pedagogisk, kåranda)

Helhetssyn (förståelse av kedjan kundkrav – användning, hittar kritiska delavsnitt, har förmåga att koppla teori och praktik, gör rätt saker, ifrågasätter)

Resultatinriktad kundfokus, har förmåga att fokusera stenhårt vid behov (kortsiktig), får saker gjorda, klarar att slutföra uppgifter, lagom (tillräckligt) bra, uthållig)

Kunskapstörst (vilja att lära, inser sina begränsningar och söker kunskap, nyfiken)

Ledarförmåga (klarar av att fatta beslut, är drivande, har initiativförmåga, entreprenör/intrapanör)

Teknisk kompetens (teknisk bredd, breda baskunskaper, överslagsförmåga, duktig, metodkunnande, produktionsinriktad)

Administrativ kompetens (dokumentationsförmåga, ordning och reda)

Kvalitetstänkande(robust konstruktion, kvalitetsinriktad)

Kreativitet (att se när tekniska/logiska angreppssätt inte fungerar, lära sig nyttja båda hjärnhalvorna, problemlösare)

Etisk kompetens (miljökunskap, se totala konsekvenserna av sitt arbete, inte härska, utan tjäna)

Verklighetsförankring (verklighetsnärlighet, tillämpbarhet, användarvänlighet, förmåga att koppla teori och praktik)

Språkkompetens (språkkunnig (inklusive svenska))

Ansvarskännande (tar ansvar för sin del och om något faller mellan stolarna)

Viktigast här anses teknisk kompetens vara. Därefter kommer helhetssyn, social kompetens och resultatinriktning. Den största bristen anses vara i ingenjörens sociala kom-

petens, främst kommunikationsförmåga.

Bilaga

Högskoleförordningens beskrivning av civilingenjörsk- och högskoleingenjörsexamen.

Civilingenjörsexamen uppnås efter fullgjorda kursfordringar om sammanlagt 180 poäng.

Mål (utöver de allmänna målen i 1 kap. 9 § högskolelagen)

För att erhålla civilingenjörsexamen skall studenten ha

- tillägnat sig kunskaper i matematik och naturvetenskapliga ämnen i en sådan omfattning som fordras för att förstå och kunna tillämpa de matematiska och naturvetenskapliga grunderna för det valda teknikområdet,
- förvärvat kunskaper om och färdigheter i att utforma produkter, processer och arbetsmiljö med hänsyn till människors förutsättningar och behov samt till samhällets mål avseende sociala förhållanden, resurshushållning, miljö och ekonomi,
- förvärvat kunskapsmässiga förutsättningar att, efter något års yrkesverksamhet inom sitt område, självständigt kunna svara för utveckling eller utnyttjande av ny teknik på internationellt konkurrenskraftig nivå.

Härutöver gäller de mål som respektive högskola bestämmer.

Högskoleingenjörsexamen uppnås efter fullgjorda kursfordringar om sammanlagt minst 80 poäng.

Mål (utöver de allmänna målen i 1 kap. 9 § högskolelagen)

För att få högskoleingenjörsexamen skall studenten ha:

- tillägnat sig kunskaper i matematik och naturvetenskapliga ämnen i en sådan omfattning som fordras för att förstå och kunna tillämpa de matematiska och naturvetenskapliga grunderna för det valda teknikområdet,
- förvärvat kunskaper om och färdigheter i att handha produkter, processer och arbetsmiljö med hänsyn till människors förutsättningar och behov och till samhällets mål avseende sociala förhållanden, resurshushållning, miljö och ekonomi,
- förvärvat kunskapsmässiga förutsättningar att, efter något års yrkesverksamhet inom sitt område, kunna medverka i utveckling av och svara för utnyttjande av känd teknik i produktion och konstruktion.

Härutöver gäller de mål som respektive högskola bestämmer.