

Baggrundsrapport til

FRI's krav til nyuddannede bygningsingeniørers kompetence og tekniske viden

November 2004

INDHOLD

1. BAGGRUND	4
2. RESUMÉ	5
3. KOMPETENCER	7
3.1 Arbejdsområder og kompetencer	7
3.2 Viden om og forståelse for sit fag og dets anvendelse	9
3.3 Stor viden om og forståelse for sit fag og dets anvendelse	10
3.4 Specialviden inden for et snævert fagområde	10
3.5 Forståelse for ”nabofag”	10
3.6 Fagligt bred viden.....	10
3.7 Forståelse for udførelse	11
3.8 Viden om logistik og processer.....	11
3.9 Evne til samarbejde	11
3.10 Evne til skriftlig og mundtlig formidling	12
3.11 Økonomisk viden	12
3.12 Juridisk viden	13
3.13 Forretningsmæssig forståelse	13
3.14 Viden om administration og ledelse	13
4. PRIORITERING AF KOMPETENCER	14
5. TEKNISK VIDEN	16
5.1 FRI's ønsker til den tekniske viden	16
5.2 Diplomingeniører, civilingeniører og Ph.D'ere	17
6. UDDANNELSESINSTITUTIONERNES NUVÆRENDE SITUATION SET MED FRI'S ØJNE	19

6.1	Problemstillingen	19
6.2	Udviklingen fra 70'erne	20
6.3	Manglende studietilgang og dets effekter	20
6.4	Den nuværende situation	22
6.5	Den fremtidige udvikling	24
7.	ANBEFALINGER TIL UDDANNELSESINSTITUTIONERNE	25
7.1	Ingeniøruddannelsernes struktur	25
7.2	Ingeniøruddannelsernes indhold	26
7.3	Ingeniøruddannelsernes økonomiske forhold	29
7.4	Forsknings- og udviklingsmidler	30
7.5	Personaleforhold	30

1. Baggrund

FRI har ønsket at afdække og vurdere, hvilke krav de rådgivende ingeniørvirksomheder skal stille til nyuddannede kandidaters kompetencer for at sikre en fortsat faglig og forretningsmæssig udvikling i branchen, samt i hvilken grad de nuværende danske ingeniøruddannelser imødekommer disse krav.

FRI's virksomheder har gennem de sidste 10-15 år konstateret et generelt fald i det ingeniørfaglige niveau hos de nyuddannede. I nærværende rapport peges på en række årsager til dette ligesom notatet giver en række anbefalinger til uddannelsesinstitutionerne for at få vendt denne udvikling.

I rapporten fokuseres på bygningsingeniører, nærmere betegnet de retninger af bygningsingeniøruddannede, der inden for FRI's virke beskæftiges med konstruktions-, anlægs- og installationsteknik. FRI's virksomheder beskæftiger sig med mange andre fagområder og beskæftiger mange andre kandidater end bygningsingeniører, men konstruktions-, anlægs- og installationsteknik udgør grundstenene hos FRI's virksomheder. Derfor får udviklingen af uddannelsen af ingeniører inden for disse fagområder en direkte indflydelse på firmaernes fortsatte udvikling og for deres konkurrence med udenlandske virksomheder.

FRI vil med udgangspunkt i denne rapport søge dialog med bl.a. ministerier og uddannelsesinstitutioner om de krav, som FRI har til nyuddannede bygningsingeniørers viden- og kompetenceniveau. Krav der vil være nødvendige for både branchens og samfundets videre udvikling. Dette ikke mindst set i et internationalt perspektiv.

2. Resumé

I rapporten beskrives de kompetencer, som bygningsingeniører ønskes at være i besiddelse af ved varetagelse af et job inden for kredsen af FRI's medlemsvirksomheder. Dette gøres ud fra en beskrivelse af typiske karriereforløb for bygningsingeniører i rådgiverbranchen.

I erkendelse af, at ikke alle ingeniører har brug for de samme kompetencer, og at kompetencerne ændres i løbet af karrieren, har FRI peget på hvilke af disse kompetencer den nyuddannede bør have ved tiltrædelse af et job i en rådgivende virksomhed, dvs. hvilke kompetencer, der skal medbringes fra uddannelsesstederne, og hvilke kompetencer virksomhederne selv bibringer deres ingeniører.

De egentlige ingeniørfag kategoriseres i denne rapport i følgende grupper:

- *Basisfag* - viden og grundlæggende færdigheder inden for matematik, fysik, kemi etc.
- *Ingeniørmæssige grundfag* - viden og grundlæggende færdigheder inden for et ingeniørmæssigt speciale.
- *Anvendelsesfag* - viden og færdigheder der muliggør projektering inden for et speciale.

En nærmere definition findes i punkt 3.2. Endvidere opereres med begreberne :

- "*Hardcore fag*" - fag der har et stort og svært tilgængeligt indhold af f.eks. matematik, fysik o.l.
- "*Softcore fag*" - fag der har et begrænset og let tilgængeligt indhold af f.eks. matematik, fysik o.l.

Det understreges, at hardcore fag og softcore fag findes inden for såvel basisfagene som de ingeniørmæssige grundfag og anvendelsesfagene.

FRI lægger vægt på, at de nyuddannede ingeniører :

- besidder en høj viden inden for basisfagene
- har en stor viden i et speciale inden for de ingeniørmæssige grundfag og anvendelsesfagene
- har nogen viden om nabofag
- besidder en grundlæggende viden på introduktionsniveau om byggebranchens økonomi og jura
- besidder evner til samarbejde og til skriftlig- og mundtlig kommunikation

Helt centralt er det, at de nyuddannede ingeniører besidder den grundlæggende viden i de såkaldte hardcore fag. Hardcore fagene indeholder den viden og kompetence, som virksomhederne efterfølgende har vanskeligt ved at bibringe deres ingeniører.

I rapporten vurderes uddannelsesinstitutionernes nuværende situation. Dette gøres i lyset af ønskerne til de nyuddannede ingeniørers kompetencer. Det er FRI's vurdering, at uddannelsesinstitutionerne i en årrække har været økonomisk trængt, hvilket har medført for små faglige miljøer på uddannelsesstederne. Der oprettes ingeniøruddannelser med for svagt teknisk indhold, og for lidt forskning og udvikling. De eksisterende fagområder/specialer er for tilfældige,

og de afspejler ofte, hvilke medarbejdere der er tilbage efter nedskæringer. Udviklingen går mod mindre konfrontationstid med de studerende, hvilket specielt for hardcore fagene medfører risiko for, at de helt grundlæggende forståelser og færdigheder ikke opnås.

FRI finder det problematisk, at der er mange udbydere af ingeniøruddannelser i Danmark. Det gør det vanskeligt at opretholde/skabe et højt fagligt niveau på de enkelte uddannelsessteder. Hertil kommer, at de enkelte uddannelser bliver målt på, hvor mange studerende de tiltrækker, og hvor mange der gennemfører studiet. Dette kan friste til at gå på kompromis med det faglige niveau og/eller med udbudet af traditionelt svære fag som hardcore fagene.

FRI giver nogle anbefalinger til, hvorledes uddannelsesinstitutionerne kan imødekomme FRI's ønsker til nyuddannede ingeniørers viden og kompetencer. Anbefalingerne skal ses i lyset af, at mange uddannelsesinstitutioner netop nu er inde i store omstillingsprocesser, både fordi de på forskellig vis gøres til selvstændige institutioner, og fordi der i disse år sker en stor udskiftning af personalet. Det skal i den forbindelse erindres, at FRI's medlemsvirksomheder i alt beskæftiger ca. 5000 ingeniører, hvoraf skønsmæssigt 2/3 er bygningsingeniører inden for fagområderne konstruktion, anlæg og installationer.

FRI anbefaler, at uddannelsesinstitutionerne placerer hardcore fagene centralt, idet disse er basis for ingeniørernes livslange læring. FRI-virksomhederne kan selv i en vis udstrækning videreudanne de nyuddannede ingeniører i de manglende færdigheder inden for softcore fagene. Det anbefales, at universiteterne og ingeniørskolerne samarbejder/koordinerer deres studier for de første to år, således at de studerende kan supplere med specialer fra andre uddannelsessteder, idet Danmark er for lille til, at der ved alle uddannelsessteder kan opbygges gode og bæredygtige faglige miljøer i de samme fag.

Det såkaldte taxameterprincip for uddannelsesstedernes tilføring af økonomiske midler har nogle uheldige virkninger. Det anbefales derfor suppleret med andre evalueringemetoder, hvortil der knyttes økonomiske belønninger for uddannelsesinstitutionerne.

Med hensyn til forskningen finder FRI det væsentlig, at de store forskningsprojekter, der støttes af de statslige forskningsråd, suppleres med midler til mindre projekter, der kan anvendes strategisk af institutionerne til opbygning og/eller vedligeholdelse af ønskede faglige miljøer.

FRI giver nogle anbefalinger til personaleforhold på uddannelsesstederne, således at det bl.a. kan blive mere attraktivt for ingeniører fra erhvervslivet at vende tilbage til forsknings- og uddannelsesstederne.

Det anbefales, at der arbejdes bevidst med at synliggøre såvel ingeniøruddannelserne som de enkelte uddannelsessteder. I forbindelse med synliggørelsen skal der lægges vægt på ingeniørernes kunnen frem for, hvad de ingeniørstuderende skal lære, og der skal lægges vægt på, at ingeniører er skabende og kreative, og at de i meget høj grad beskæftiger sig med mennesker.

Det er væsentligt at understrege, at FRI og dets medlemsvirksomheder gerne vil medvirke til samarbejde med uddannelsesstederne, så de nyuddannede ingeniører opnår den fornødne faglige kompetence. Dette fordrer dog, at uddannelsesstederne medvirker som aktive og kompetente medspillere, der er klar til forandringer og villige til at forstå branchens ønsker og behov.

3. Kompetencer

3.1 Arbejdsområder og kompetencer

De kompetencer, som den enkelte ingeniør har brug for, afhænger af dennes arbejdsområde.

Indenfor FRI-virksomheder vil ingeniørens arbejdsområde normalt ændre sig over tid. Der er ikke noget fast mønster for denne ændring, men den kan typisk beskrives som følger :

- Ingeniører begynder normalt som *projekterende*, hvor man arbejder inden for et af de områder, som dette holdningsnotat vedrører, dvs. indenfor konstruktions-, anlægs- eller installationsteknik (el, VVS, ventilation, køling, CTS etc.).
- Efter kort tid kan man desuden helt eller delvis fungere som *tilsynsførende*.
- En del af de erfarne ingeniører fortsætter deres professionelle virke med projektering og/eller tilsyn enten som *specialister* eller *generalister*. Nogle af disse ingeniører fungerer desuden delvis som *projekteringsledere* og/eller *projektledere*.
- Nogle erfarne ingeniører skifter til andre rådgivningsopgaver, som f.eks. *bygherrerådgivning*, enten som generalister eller specialister.
- For nogle ingeniører knyttes administrative og ledelsesmæssige funktioner til deres job. Nogle ender med alene at arbejde med administration og ledelse f.eks som *projekteringsledere*, *projektledere*, *byggeledere*, *mellemedere* eller *topledere*.

I de enkelte firmaer anvendes der forskellige betegnelser for de enkelte funktioner, og der er ikke altid skarpe skel mellem funktionerne. For norges vedkommende, kan man i et projekt optræde i én rolle og i et andet projekt i en anden rolle.

I denne rapport vil der blive anvendt følgende definitioner for de funktioner, som knyttes til de enkelte betegnelser:

Projekterende : En person der forestår udarbejdelse af projekter, dvs. udfører planlæggende og forberedende arbejde forud for udførelsen af et bygværk.

Tilsynsførende : En person der sikrer, at et arbejde udføres i overensstemmelse med projektmaterialiet.

Fagspecialist : En person der har et dybtgående kendskab til et afgrænset fagligt område.

Projekteringsleder : En person der leder et team af projekterende inden for et afgrænset fagligt område (definitionen må ikke forveksles med definitionen i ABR 89).

Byggeleder : En person der styrer et byggeris udførelse, f.eks. mht. det samlede tids- og kvalitetsmæssige samt økonomiske forløb tillige med dokumentation heraf. Vedkommende sikrer desuden koordineringen af fælles byggepladsmæssige forhold.

Projektleder : En person der leder et projekt.

Administrativ mellemlider : En person der er basisorganisatorisk leder for en gruppe medarbejdere. Typisk som afdelingsleder.

I hver af de skitserede funktioner har ingeniøren brug for forskellige kompetencer. I tabellen er vist en oversigt over de kompetencer, der er nødvendige for de forskellige funktioner.

Funktion	Kompetence												
	Viden om og forståelse for sit fag og dets anvendelse	Stor viden om og forståelse for sit fag og dets anvendelse	Specialviden inden for et snævert fagområde	Forståelse for ”nabofag”	Fagligt bred viden	Forståelse for udførelse	Viden om logistik og processer	Evne til at samarbejde	Evne til skriftlig og mundtlig formidling	Økonomisk viden	Juridisk viden	Forretningsmæssig forståelse	Viden om administration og ledelse
Projekterende	x	x		x		x		x	x	x	x	x	
Tilsynsførende	x				x	x		x	x	x	x		
Fagspecialist		x	x	x		x		x	x	x	x		
Projekteringsleder	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Byggeleder					x	x	x	x	x	x	x	x	x
Projektleder					x	x	x	x	x	x	x	x	x
Administrativ mellemlider					x		x	x	x	x	x	x	x

Toplederens kompetence er ikke medtaget.

Antallet af krydser i skemaet kan diskuteres, og ud fra et perfektionssynspunkt kan der i virkeligheden plæderes for mange flere krydser, men centralt er det at bemærke, at faglig viden på et vist niveau samt økonomi, jura, evne til samarbejde og evne til skriftlig og mundtlig kommunikation indgår i alle funktioner.

De enkelte kompetencer er nærmere beskrevet i de efterfølgende punkter.

De egentlige ingeniørfag kategoriseres i denne rapport i følgende grupper:

- *Basisfag* - viden og grundlæggende færdigheder inden for matematik, fysik, kemi etc.
- *Ingeniørmæssige grundfag* - viden og grundlæggende færdigheder inden for et ingeniørmæssigt speciale.
- *Anvendelsesfag* - viden og færdigheder der muliggør projektering inden for et speciale.

En nærmere definition findes i punkt 3.2. Endvidere opereres med begreberne :

- "*Hardcore fag*" - fag der har et stort og svært tilgængeligt indhold af f.eks. matematik, fysik o.l.
- "*Softcore fag*" - fag der har et begrænset og let tilgængeligt indhold af f.eks. matematik, fysik o.l.

Det understreges, at hardcore fag og softcore fag findes inden for såvel basisfagene som de ingeniørmæssige grundfag og anvendelsesfagene.

3.2 Viden om og forståelse for sit fag og dets anvendelse

Med *Viden om og forståelse for sit fag og dets anvendelse* menes den grundlæggende tekniske viden, der er nødvendig for at kunne udarbejde almindeligt forekommende projekter, f.eks. for sædvanlige bygværker, inden for et fagområde. Det drejer sig ikke alene om teoretisk viden, men også om viden og kendskab til udførelse af de arbejder, der projekteres.

Der forudsættes nødvendig viden og grundlæggende færdigheder indenfor *basisfagene*, der danner grundlaget for de egentlige ingeniørfag, dvs. *matematik, statistik, fysik, kemi etc.* Det er nødvendigt, at den gymnasiale viden inden for de naturvidenskabelige grundfag udbygges til et væsentlig højere niveau. Det er endvidere vigtigt, at basisfagene gives en ingeniørmæssig drejning.

Der forudsættes nødvendig viden og grundlæggende færdigheder inden for de *ingeniørmæssige grundfag*, der danner grundlaget for arbejdsområdet. For installationsområdet drejer det sig om fag som f.eks.: *strømningsmekanik, bygningsfysik, varmetransmission, varmeoverføring, reguleringsteori, bygningsakustik inkl. støj i installationer samt høj- og lavspændingsteknik.* For konstruktions- og anlægsområdet drejer det sig om fag som f.eks.: *bygningsfysik, materialelære, last- og sikkerhedsteori, statik- og styrkelære, svingningsteori og geoteknik.*

Der forudsættes nødvendig viden og grundlæggende færdigheder indenfor *anvendelsesfagene*, hvor ingeniørmæssige grundfag omsættes til projektering. For installationsområdet drejer det sig om fag som f.eks.: *installationsteknik, ventilation, varme, køling, vand, afløb, belysningsinstallationer og intelligente bygningsinstallationer.* For konstruktions- og anlægsområdet drejer det sig om fag som f.eks. *beton-, stål-, murværks- og trækonstruktioner, fundering, husbygning, konstruktionslære, vejbygning og afløbsteknik.*

Der forudsættes viden om *nabofag*, dvs. fag der ikke er en del af ens egentlige projekteringsområde, men fag der direkte eller indirekte påvirker ens projekteringsarbejde. F.eks. vil projekteringen af konstruktionerne for et bygværk være påvirket af de installationer, der knytter sig til bygværket.

Det understreges, at der i tredelingen af fagene i *basisfag*, *ingeniørmæssige grundfag* og *anvendelsesfag* er et hierarki, så fagene på ét niveau forudsætter viden om niveauet før. Hvis et fagligt niveau derfor er mangelfuldt, kan det give begrænsninger på det efterfølgende faglige niveau. Dette vil betyde begrænsninger i den tekniske viden, der er nødvendig ved projektering, men det behøver ikke at begrænse den brede viden.

3.3 Stor viden om og forståelse for sit fag og dets anvendelse

Med *Stor viden om og forståelse for sit fag og dets anvendelse* menes den tekniske viden, der er nødvendig for at kunne udarbejde de projekter der optræder inden for et fagområde, f.eks. mere komplekse bygværker.

Den viden, der er til stede inden for denne kategori, er større og mere detaljeret, og dermed i visse tilfælde mere fragmenteret, end den viden, der er angivet for *viden om og forståelse for sit fag og dets anvendelse*.

3.4 Specialviden inden for et snævert fagområde

Med *Specialviden inden for et snævert fagområde* menes en høj teknisk viden inden for ét eller få af de ingeniørmæssige grundfag og anvendelsesfag.

3.5 Forståelse for ”nabofag”

Med *Forståelse for nabofag* menes en teknisk viden om ingeniørmæssige fagområder, der giver forståelse for og kendskab til, hvad der sker i fagområderne, uden at man selv kan udarbejde projekter på områderne.

Forståelse for nabofag kan opnås gennem en undervisning, der har karakter af orientering frem for en egentlig indlæring. Softcore fagene vil i et vist omfang kunne anvendes i denne sammenhæng. For de, der ønsker, at udvide deres viden indenfor et nabofag, kan det være nødvendigt at gå et eller flere trin bagud i faghierarkiet, for derigennem at tilegne sig den nødvendige viden inden for anvendelsesfagene.

3.6 Fagligt bred viden

Med *Fagligt bred viden* menes en teknisk viden om ingeniørmæssige fagområder, der giver én forståelse for og kendskab til, hvad der sker i fagområderne. Det vil kun i stærkt begrænset omfang være muligt at udarbejde projekter inden for områderne.

Denne viden kan tilegnes gennem en begrænset mængde hardcore fag suppleret med en del softcore fag samt undervisning af orienterende karakter og erfaring.

Med tilstrækkelig bredde i denne form for viden bliver ingeniøren tværfagligt orienteret og bedre egnet til at indgå i tværfaglige samarbejder, hvor projekter integrerer flere faglige discipliner. Desuden bliver ingeniøren bedre egnet til projekteringsledelse etc.

3.7 Forståelse for udførelse

Med *Forståelse for udførelse* menes, at ingeniøren skal have indsigt i den praktiske udførelse af de projekter, der projekteres. Dette bl.a. i forhold til byggeproces, bygbarhed, udførelsesmetoder, udførelsesvenlighed, drifts- og vedligeholdelsesmæssige forhold, økonomiske konsekvenser etc.

En væsentlig forudsætning for et godt resultat af en byggeproces er, at det projekterede er gennemtænkt både med hensyn til udførelsen og den efterfølgende brug.

Kompetencen erhverves for en stor del gennem erfaring, men den grundlæggende forståelse kan etableres i forbindelse med uddannelsen, under forudsætning af, at den indgår som en integreret del i de relevante fag, dvs. at de udførelsesmæssige aspekter er taget med i undervisningen i anvendelsesfag som f.eks. betonstatik, installationsteknik mv.

3.8 Viden om logistik og processer

Med *Viden om logistik og processer* menes, at ingeniøren skal have en indsigt i hvorledes en byggeproces forløber - fra idé til det færdige bygværk.

En byggesag har et komplekst netværk af aktører, faglige specialer, juridiske aftaler etc. For at sikre en let og flydende byggerytme for alle involverede aktører, er viden om de indgående logistikker og processer vigtig. Dette forhold beror ikke alene på projektering, men på hele byggeprocessen, hvorfor det er en kompetence der mere eller mindre indgår i alle funktioner.

Kompetencen erhverves for en stor del gennem erfaring, men den grundlæggende forståelse kan etableres i forbindelse med uddannelsen, under forudsætning af at den indgår som en integreret del i de relevante fag, og af at der erhverves en grundlæggende viden om logistik og processer.

3.9 Evne til samarbejde

Med *Evne til samarbejde* menes den evne, der er nødvendig for at kunne samarbejde med andre mennesker, uanset hvilket niveau man måtte befinde sig på, såvel fagligt som forståelsesmæssigt, kommunikationsmæssigt og ledelsesmæssigt etc.

En væsentlig del af en ingeniørs arbejde er samarbejde med andre mennesker.

Ingeniører arbejder ikke blot sammen med ingeniører med samme og andre faglige profiler, men også med mennesker med en anden baggrund, såsom bygherrer, arkitekter, entreprenører, jurister, økonomer etc. Samarbejde kræver respekt og forståelse for andre mennesker og deres baggrund, f.eks. fag.

Samarbejdsevnen kan opnås gennem kurser i samarbejde, indøves gennem undervisningsforløbet og udvikles i virksomhederne, bl.a. via projekter. I undervisningsforløbet (stort set fra skolestart) kan gruppearbejder anvendes som en integreret del af undervisningen til styrkelse af samarbejdsevnen, således at nyuddannede ingeniører er trænet i denne arbejdsform.

3.10 Evne til skriftlig og mundtlig formidling

Med *Evne til skriftlig og mundtlig formidling* menes evnen til at kommunikere faglige resultater til såvel andre fagfolk som til lægmænd. Kommunikationen kan være skriftlig eller mundtlig, og den kan være på dansk eller på fremmedsprog. Med den internationalisering, der har fundet sted inden for den danske rådgiververden, spiller fremmedsprog en stadig stigende rolle - specielt engelsk.

Ingeniører skal kunne skrive rapporter, der kan læses og forstås af andre, og ingeniører skal mundtligt kunne fremlægge deres resultater så de er forståelige for andre.

Gennem kurser kan disse evner indlæres og opøves. Det drejer sig om såvel kommunikationskurser som sprogkurser. Som det er tilfældet for evne til samarbejde, bør kommunikation være en integreret del af et undervisningsforløb. Ingeniørstudiet skal indeholde rapportering og mundtlig fremlæggelse af resultater, der kan styrke disse færdigheder. Dette bør indgå med en fornuftig vægt ved bedømmelsen af resultaterne af de enkelte fag i studiet.

Det kan diskuteres om dele af eller al undervisning på nogle af de højere læreanstalter skal foregå på engelsk. Dette kan give en styrkelse af engelsk, hvilket på mange måder er udmærket, hvis underviserne kan gøre det på et kvalificeret engelsk, og hvis det fører til et parallelt sprog. Derimod er det uheldigt, hvis det betyder, at det danske sprog inden for fagområderne forsvinder eller ikke udvikles. Bl.a. betyder det vanskeligere kommunikation med lægmænd og en vanskeligere formidling af viden fra de lange uddannelser til de mellemlange og korte uddannelser.

3.11 Økonomisk viden

Med *Økonomisk viden* menes en generel viden om grundlæggende økonomiske parametre, således at ingeniørerne er i stand til at håndtere basale ting og/eller kunne vurdere, hvornår der bør trækkes på personer med en større økonomisk indsigt i forhold til f.eks. byggeøkonomi, firmaøkonomi etc.

Den enkelte projekterende skal kende sit eget fags økonomi, så der projekteres med løsninger, der også prismæssigt er fornuftige. Desuden skal man være i stand til at udarbejde prisoverslag og vurdere tilbud.

Afhængigt af en persons funktion i et rådgiverfirma, skal man også kunne håndtere et byggeris økonomi og regnskaber, herunder regler for forrentning og afskrivninger. Desuden skal man kunne læse firmaregnskaber på en sådan måde, at man kan vurdere firmaets likviditet og soliditet for at kunne rådgive bygherrer med hensyn til kontraktskrivning, faresignaler etc.

Den økonomiske viden kan tilegnes gennem kurser, der ikke nødvendigvis sætter én i stand til selv at føre et regnskab. Det har i mange år været sådan, at mange ingeniører og andre med en højere uddannelse har suppleret uddannelsen med et HD-studium, typisk inden for økonomiske, juridiske, organisatoriske og ledelsesmæssige områder. På mange måder et godt supplement, der er med til at øge ingeniørernes kompetence.

3.12 Juridisk viden

Med *Juridisk viden* menes en generel viden om grundlæggende juridiske forhold, således at ingeniøren er i stand til at håndtere basale ting og/eller kunne vurdere hvornår der bør trækkes på jurister.

Det understreges, at der ikke er tale om en viden, der muliggør en juridisk rådgivning, men ingeniører skal kende den jura, der er knyttet til byggeprocessen. Ingeniøren skal bl.a. kende eksistensen af byggelovgivningen og hovedindholdet af bl.a. AB 92, ABT93, ABR 89 og Bygningsreglementet, og have en grundlæggende indsigt i ansvarsmæssige forhold knyttet til f.eks. gennemsyn, kontrol, godkendelse etc. Ingeniører skal kende reglerne for voldgift og skal vide, hvad der er præcedens for inden for deres fagområde.

Den nødvendige indsigt kan erhverves gennem kurser og for en stor dels vedkommende gennem erfaringsudveksling.

3.13 Forretningsmæssig forståelse

Med en *Forretningsmæssige forståelse* menes evnen til at se, hvad der er en god forretning. En forståelse der favner meget vidt, idet den f.eks. kan være knyttet til virksomheden, byggesager, valg af løsninger m.m.

Projektering er ikke blot et valg af faglige løsninger, men også et valg af forretningsmæssigt fornuftige løsninger under hensyntagen til projekteringsomkostninger, materialevalg, materialebesparelser, udførelsesvenlighed, udførelsestid, drift og vedligehold etc.

Forretningsmæssig forståelse i forhold til den enkelte virksomhed er en væsentlig del af de enkelte virksomheders kultur, som ofte opbygges i virksomhederne ved interne kurser etc.

Forretningsmæssig forståelse i forhold til byggesager erhverves for en stor del gennem erfaring, men den grundlæggende forståelse kan etableres i forbindelse med uddannelsen, under forudsætning af at den indgår som en afbalanceret og integreret del af de relevante fag.

3.14 Viden om administration og ledelse

Med *Viden om administration og ledelse* menes almen ledelsesviden, der dækker personaleledelse i forbindelse med ledelse og administration af mindre grupper. Desuden menes den ledelse, der skal til for at fungere som projektledere og projekteringsledere. Et ikke uvæsentligt element er i denne forbindelse evnen til at fungere som "team-builder".

Udover at der er en vis "mesterlære" på dette område, hvor man selv har været underlagt en ledelse, kan man lære ledelse på kurser. Mange firmaer har interne kurser i projektledelse og team-building samt seminarer og konferencer etc. om ledelse, administration m.m.

4. Prioritering af kompetencer

I erkendelse af at ikke alle kompetencer kan indlæres i forbindelse med en ingeniøruddannelse, hverken diplom- eller civilingeniøruddannelsen, ønsker FRI at prioritere de kompetencer, som man ønsker, at de nyuddannede ingeniører har med fra uddannelsesinstitutionerne.

Prioriteringen foretages i lyset af, at FRI's medlemmer har mange års tradition for at efter- og videreudanne sine medarbejdere, enten i eget regi eller gennem forskellige efteruddannelsesinstitutioner. Der skelnes i det efterfølgende ikke mellem efteruddannelse og videreuddannelse, da der ikke er skarpe skel. Umiddelbart vil man dog opfatte, at hvis en medarbejders kompetenceområde udvides, er der tale om en videreuddannelse, hvorimod en opfriskning eller opdatering af viden er efteruddannelse. Efterfølgende anvendes betegnelsen efteruddannelse for den uddannelse, man får, efter at man er blevet kandidat.

Efteruddannelse har bl.a. til formål at udfylde huller i den viden en ingeniør måtte have, uanset om det drejer sig om dennes fagområde, eller om udvidelse af fagområdet. Normalt er ingeniører selv interesserede i denne efteruddannelse, dels for bedre at kunne løse deres opgaver og dels for at fastholde/øge deres egen markedsværdi.

Erfaringen viser, at selv om der er interesse for efteruddannelse hos såvel firma som de enkelte medarbejdere, er det vanskeligt at få afsat lange sammenhængende perioder, hvor medarbejderne kan koncentrere sig om efteruddannelse.

Erfaringen viser også, at firmaerne er i stand til at give nyuddannede ingeniører den nødvendige viden om økonomi, jura, kommunikation og samarbejde, enten ved kurser i eget regi eller i form af kurser på efteruddannelsesinstitutioner. Dog ønsker FRI, at de studerende er bibragt en grundlæggende viden i disciplinerne økonomi, jura og formidling, svarende til f.eks. 1/5 semester i hver af disciplinerne.

Tilbage er den tekniske viden, inklusive den fagligt brede viden og forståelse for nabofag.

Som det er beskrevet kan den fagligt brede viden og forståelse for nabofag tilegnes gennem softcore fag eller kurser af orienterende karakter. Det er naturligvis tiltrækkende, hvis en nyuddannet har denne tværfaglighed, men med begrænset tid til indlæring, betyder det, at tiden må gå fra tiden til indlæring af egentlig teknisk viden.

Den egentlige tekniske viden, sådan som den er beskrevet under punkterne 3.2-3.4, der er opdelt hierarkisk i tre lag, indeholder en række hardcore fag. Disse fag er det overordentlig vanskeligt at indhente senere ved efteruddannelse. Dels kræver det en lang sammenhængende tidsperiode - der som tidligere nævnt ikke kan fremskaffes -, dels er det kostbart økonomisk, og derudover er efteruddannelsesmulighederne sjældent eller måske slet ikke til stede. For anvendelsesfagene er der en del efteruddannelser (f.eks. DANVAK og Dansk Konstruktions- og Betoninstitut), der giver ingeniørerne en "brush up" af deres viden - ofte i forbindelse med introduction af nye krav, f.eks. i normer eller Bygningsreglement. Efteruddannelse i anvendelsesfag er baseret på, at den tilstrækkelige viden om de ingeniørmæssige grundfag og anvendelsesfagene er til stede.

Tilstedeværelsen af høj teknisk viden hos firmaernes medarbejdere betinger løsning af fagligt komplicerede projekter, hvor der fordres avancerede løsninger, fremtidssikrede løsninger osv.

Høj teknisk viden er også betingelsen for, at danske virksomheder kan løse specialstopgaver i udlandet inden for en række fagområder. En fastholdelse af virksomhedernes høje tekniske niveau kræver derfor, at de nyuddannede ingeniører har en høj teknisk viden, der indebærer at hardcore fagene har en central placering.

Det er FRI's ønske, at uddannelsesstederne fokuserer på hardcore fagene, mens firmaerne i en vis udstrækning selv er i stand til at supplere deres ingeniørers viden inden for softcore fagene, enten via interne kurser eller gennem efteruddannelsesinstitutioner.

5. Teknisk viden

5.1 FRI's ønsker til den tekniske viden

Den prioritering, som FRI ønsker, skal ske, så høj teknisk viden sættes i højsædet. Det drejer sig både om basisfag, ingeniørmæssige grundfag og anvendelsesfag.

Indledningsvis er væsentligt at understrege, at hardcore fag er baseret på ingeniørvidenskab og ikke naturvidenskab i betydningen matematikken for matematikkens egen skyld, fysikken for fysikkens egen skyld etc. Det er således af afgørende betydning, at de studerende får bibragt en evne til at tænke i ingeniørmæssige baner, og har en fysisk forståelse af indholdet af hvad de lærer. Således er det eksempelvis nok vigtigt at lære matematikkens divergenssætninger, men det er mindst lige så vigtigt, at den fysiske betydning af divergenssætningerne forstås, således at de kan relateres til de tekniske problemstillinger, som ingeniøren stilles overfor. Ligeledes er det uinteressant, om en beregning af en konstruktions stabilitet kan foretages med meget stor matematisk nøjagtighed, frem for med en basal forståelse af, hvad stabilitetsfænomenet er, hvilke parametre der spiller ind, beregningsnøjagtigheder i forhold til virkelighedens usikkerheder, samt fastlæggelse af de faktorer, der i praksis spiller en stor rolle etc. Det er derfor vigtigt, at den store teoretiske viden bliver suppleret med en fysisk forståelse og en forståelse af og evne til at vælge metoder, der i nøjagtighed afspejler, hvad der har betydning i praksis. Det er indlysende, at de anvendelsesfag, der undervises i, skal repræsentere den nyeste viden, således at den viden, de nyuddannede ingeniører har ikke er forældet.

Basisfagene skal have en ingeniørmæssig drejning. Ved indlæring skal fagene ikke alene ved stofvalg, men også i deres dosering og eksemplificering placeres i en ingeniørverden, så de studerende ikke oplever at skulle lære disse fag for fagenes egen skyld, men fordi de kan anvendes i praksis. Fagene skal placeres tidligt i studiet, da de er basis for efterfølgende ingeniørfag. Dette betyder ikke nødvendigvis, at der ikke kan placeres ingeniørfag tidligt i studiet. Det er der gode grunde til, bl.a. for at de studerende opdager at de læser til ingeniører og ikke er på vej til en kandidatgrad i matematik og fysik. Men netop placering af ingeniørfag tidligt i studiet indebærer fare for, at disse bliver overfladiske og orienterende, altså netop ikke giver den grundige indlæring, som FRI finder nødvendig. Disse tidlige ingeniørfag må derfor kun udgøre en lille del af studiet, og de skal udvælges med omhu. Gøres det, kan den studerende opnå en evne til at tænke i matematiske og fysiske modeller, dvs. at kunne omsætte problemstillinger på matematisk og fysisk form, og afdække hvilke løsningsmodeller der kan bringes i anvendelse. Basisfagene vil i vid udstrækning være fælles for de ingeniører, som dette notat vedrører, hvorimod de ingeniørfag, der placeres tidligt i studiet, kan være afhængige af, hvilket speciale den studerende ønsker.

Ingeniørmæssige grundfag er de fag, hvor man lærer at regne på konstruktioner og installationer. Det er gennem disse fag, man får den grundlæggende forståelse af de fysiske love gældende for disse fagområder. Uden denne grundlæggende forståelse, har de nyuddannede ingeniører ikke mulighed for at vurdere resultaterne af beregningerne, eller for at følge den nye viden, der løbende ændrer og udvider indholdet af anvendelsesfagene. En udbredt anvendelse af færdige beregningsprogrammer i de ingeniørmæssige grundfag – og til dels i anvendelsesfagene - kan øge risikoen for, at den grundlæggende forståelse ikke opnås. Underviserne må derfor være særligt opmærksomme på denne problematik.

De ingeniørmæssige grundfag har basisfagene som forudsætning, og de danner grundlaget for anvendelsesfagene. De ingeniørmæssige grundfag skal ikke læses af alle, men tilpasses det fagområde, inden for hvilket man ønsker at virke. Nogle af de ingeniørmæssige grundfag kan være særdeles teoretiske, f.eks. strømningsmekanik og svingningsteori, og nogle af fagene eller dele af fagene er beregnet for ingeniører, der virkelig ønsker at specialisere sig inden for et snævert fagområde.

Anvendelsesfagene er de fag, hvor grundfagene omsættes til projektering. I disse fag får man koblet teori med praksis. Ud over den grundlæggende viden skal den studerende bibringes konstruktiv (fysisk) forståelse, dvs. evnen til at vurdere de valgte løsninger. Konstruktionsingeniøren skal eksempelvis lære, hvornår en konstruktionsdel er en søjle, hvilke randbetingelser man kan anvende og hvilken teori, der passer til det aktuelle problem. Det er også i disse fag konstruktionsingeniøren lærer, hvorledes overordnede statiske modeller vælges i forhold til virkelighedens verden, og hvorledes forskellige konstruktionsdele virker sammen. Netop samvirkningen af forskellige konstruktioner og konstruktionsmaterialer giver et problemkompleks, hvor en fragmenteret viden hos konstruktionsingeniørerne kan være fatal. Installationsingeniøren skal eksempelvis lære om systemopbygning samt om valg og dimensionering af komponenter. Endelig er det også i disse fag, man skal lære, at projekter involverer andre fagområder end ens eget.

Anvendelsesfagene har de ingeniørmæssige grundfag som forudsætning. De skal ikke læses af alle, men udvælges afhængigt af ens speciale. I de områder, hvor den studerende ikke specialiserer sig, kan der med fordel gives nogle orienterende kurser eller softcore kurser. Det er disse kurser, hvor man ikke kan komme dybt i faget, dels på grund af tiden til det enkelte delemne, og dels fordi de nødvendige forudsætninger fra de ingeniørmæssige grundfag ikke er til stede. Fagene er med til at give en vis tværfaglighed, men indeholder på den anden side også færdigheder og forståelse, der kan opnås ved efteruddannelse. Derfor er det FRI's holdning, at sådanne kurser skal begrænses under studiet til fordel for hardcore fagene. FRI bakker således op om, at man skal være faglig, før man kan blive tværfaglig.

Det er væsentligt at understrege, at anvendelsesfagene kan være store fagområder, hvor det ikke er muligt at komme ud i alle detaljer af faget. For anvendelsesfagene er det dog væsentligt, at der gives en grundlæggende forståelse af emnet, således at ingeniøren senere er i stand til på egen hånd at udbygge sin faglige viden inden for faget.

5.2 Diplomingeniører, civilingeniører og Ph.D'ere

Det har ofte været sagt, at efter et par år som ingeniør, er det egentlig ligegyldigt, hvilken type ingeniør man er, - det drejer sig om, hvad man kan. Det er naturligvis rigtigt, men under i øvrigt lige omstændigheder betyder en længere uddannelse, at man kan mere, og dermed er det altså ikke ligegyldigt, hvilken uddannelse man har.

Det skal slås fast, at alle tre uddannelser er efterspurgt af FRI's virksomheder. Firmaerne har en forventning om, at jo længere uddannelsen har været, jo bedre er evnen til at tænke abstrakt og kreativt, og jo bedre er det teoretiske grundlag for at udvikle nye metoder og løsninger på de stadig mere komplekse problemstillinger, som virksomhederne stilles overfor. Forventningerne indfries stort set, dog opleves det, at især civilingeniørernes viden er fragmenteret. Det kan på en række områder knibe med den basale viden og forståelse. På grund af den store valgfrihed på civilingeniørstudiet, er der en fare for, at selv med det længere studium, ender nogle med en

civilingeniøruddannelse, der reelt er ringere end den kortere, målrettede diplomingeniøruddannelse. Som det vil blive nævnt senere, bør der sættes meget ind på at anbefale studieforløb, der ikke giver huller som f.eks. konstruktionsingeniører, der ikke kan udføre funderingsberegninger, eller el-ingeniører, der ikke ved hvad el-tavler eller stærkstrømsbekendtgørelsen er.

6. Uddannelsesinstitutionernes nuværende situation set med FRI's øjne

Der findes i dag i Danmark en række uddannelsesinstitutioner, der uddanner bygningsingeniører indenfor konstruktions-, anlægs- og installationsteknik. Selv om der er tale om forskellige uddannelsesinstitutioner, ser FRI en række fælles træk ved dem.

I det følgende beskrives FRI's oplevelse af de seneste årtiers udvikling og af de resultater, den har medført.

6.1 Problemstillingen

Blandt FRI's medlemsvirksomheder fremføres ofte følgende udsagn om uddannelsesinstitutionerne og uddannelserne:

- Sammenhæng og helhed i uddannelserne mangler
- Der lægges på uddannelsesstederne for stor vægt på softcore fag. Hardcore fagene og de arbejdsmetoder, der er basis for ingeniørernes livslange uddannelse, forsømmes
- Der er for stor afstand mellem teoretisk og praktisk viden
- De faglige miljøer er for små. Selv stærke miljøer kan falde fra hinanden ved en pludselig hændelse – som f.eks. betonmaterialeuddannelsen i Aalborg efter professor Per Freiesleben Hansens død
- Der mangler planlægning, så eksisterende styrkepositioner kan fortsættes
- Undervisningen præges mange steder af personer uden kontakt med og/eller indsigt i praksis
- Der undervises i det, som den enkelte underviser/forsker interesserer sig for og ikke nødvendigvis det, som aftagerne/samfundet har brug for
- Undervisernes loyalitet over for bygningsingeniøruddannelsen er afløst af en snævrere loyalitet over for vedkommendes eget fag - eller del af et fag
- Forskning og udvikling - især med relationer til erhvervslivet - er en mangelvare
- Problemer med rekruttering af forskere og undervisere, der efter nogle års oplæring i praksis, har lyst til og mulighed for at vende tilbage til undervisningsinstitutionerne
- Omlægninger ved uddannelsesstederne medvirker til at gøre aftagerne usikre overfor ”produktet”
- Taxameterprincippet medfører en alvorlig risiko for, at mange slippes for hurtigt igennem studierne.

Byggebranchen har gennem det meste af det tyvende århundrede været forvænt med ingeniørskolernes meget høje teknisk niveau, både mht. undervisning og relevant ingeniørmæssig forskning. Der har derfor i branchen været en vis træghed i forståelsen af de ændringer, der har fundet sted, herunder konsekvenserne af disse. Dette skyldes, at virksomhederne har haft begrænset berøring med udviklingen på uddannelses- og forskningsinstitutionerne, og at virksomhedernes ledere ikke har haft den fornødne fokus på dette emne. Dette er formodentlig baggrunden for, at der fra byggebranchen har været en relativt afdæmpet reaktion i forhold til de skift, der har fundet og finder sted ved uddannelsesinstitutionerne, herunder de kort- og langsigtede konsekvenser heraf.

6.2 Udviklingen fra 70'erne

Danmark Tekniske Universitet hed tidligere Den Polytekniske Lærestalt, og dér uddannedes civilingeniører med en polyteknisk baggrund. Dette gjaldt også bygningsretningen, hvor kandidaterne fik en bred uddannelse inden for bygningsområdet. Ved oprettelsen af Danmarks Ingeniørakademi overførtes samme grundholdning til denne institution. Den brede uddannelse kendetegnede også de daværende Teknika, der senere blev omdøbt til Ingeniørhøjskoler.

Karakteristisk for studierne var alle steder, at der inden for bygningsområdet skulle vælges studieretninger med begrænset eller ingen valgfrihed. En eventuel valgfrihed lå sidst i studiet, når den studerende havde fået "tilstrækkelig grundviden" til at kunne foretage fornuftige valg.

Fra begyndelsen af 70'erne ændredes studieplanerne. Bl.a. blev modulstrukturen introduceret, dvs. de studerende kunne inden for visse rammer sammensætte deres egen fagkombination. Dette gav mulighed for større valgfrihed for den studerende og dermed mulighed for en vis specialisering. Specialiseringsmulighederne afhang bl.a. af den enkelte uddannelsesinstitution og det hertil knyttede lærerkorps. Ved nogle Ingeniørhøjskoler bestod specialiseringen næsten kun af muligheden for at vælge mellem flere retninger inden for bygningsområdet.

Den øgede mulighed for specialisering af de studerende gav samtidig nye muligheder for lærerkorpserne ved DIA og teknikum, idet de fik mulighed for at udvikle nye kurser, tage nye emner op og ved hjælp af afgangsprojekter, at deltage i forskellige former for udviklingsarbejder. For DTU og AAU eksisterede disse muligheder allerede på grund af den tilknyttede forskning.

På grund af den stadigt stigende mængde viden, herunder specialviden, inden for bygningsingeniørområdet findes der i dag næppe realistiske alternativer til modulstrukturen og valgfriheden, men det skal understreges, at denne rummer en række meget problematiske sider, eksempelvis:

- Helheden af de nyuddannede ingeniørers viden bliver let fragmenteret og usammenhængende, og der er risiko for væsentlige huller i den viden, der er nødvendig for udfyldelse af et job inden for FRI-kredsens virksomheder
- Den studerende kan lettere fravælge hardcore fagene til fordel for softcore fagene
- Aftagerne af de nyuddannede ingeniører har vanskeligere ved at vurdere kandidaternes kvalifikationer.

Midt i 80'erne blev det politiske krav om, at flere skulle gennemføre en højere uddannelse, stadig stærkere. Taxameterbetalingen blev indført, dvs. de økonomiske midler til de enkelte uddannelsesinstitutioner blev gjort afhængige af det antal studerende, der gennemførte studierne. På ingeniørområdet blev bevillingerne samtidig skåret ned, så antallet af undervisere pr. studerende (underviser/studerer-forholdet) blev mindsket, dvs. det samme antal undervisere skulle uddanne flere kandidater.

6.3 Manglende studietilgang og dets effekter

Næsten samtidig med indførelse af taxameterprincippet og merindskrivningerne skete der et fald i de unges interesse for naturvidenskabelige studier, herunder også ingeniørstudierne. Ikke mindst bygningsingeniørområdet blev ramt.

Selv om flere unge tog studentereksamen, blev søgningen til ingeniøruddannelserne betragteligt mindre. Ingeniørhøjskolerne havde hidtil hovedsageligt rekrutteret de studerende blandt unge med en håndværkeruddannelse, men også søgningen fra denne gruppe faldt. I løbet af 80'erne ændredes tilgangen til Ingeniørhøjskolerne, så antallet af ansøgere med en studentereksamen steg i forhold til antallet af ansøgere med en håndværkeruddannelse.

Ikke alene blev antallet af ansøgere til bygningsingeniørstudierne mindre, men det førte også til stort set fri adgang ved alle uddannelsesstederne, når blot bestemte kriterier til ansøgernes studentereksamen var opfyldt. Den lette adgang til studierne medførte et tab i den status, som studiet og bygningsingeniørstanden tidligere havde. Statustabet har formodentlig haft en selvforstærkende effekt, idet studenter med høje eksamensgennemsnit har en tilbøjelighed til at vælge studier, hvor høje eksamensgennemsnit indgår i adgangskravet.

Det faldende antal studerende kombineret med taxameterbetalingerne fik indflydelse på uddannelserne, idet lærerstaben måtte reduceres. I begyndelsen efter SIFU-princippet, dvs. sidst ind først ud. Senere mange steder fulgt op af ordninger for tidlig tilbagetræden af ældre medarbejdere. En del medarbejdere med tilknytning til erhvervslivet, eller med let adgang til erhvervslivet, valgte selv at forlade uddannelsesinstitutionerne. I lang tid var der lukket for tilgang af nye undervisere/forskere.

Denne dramatiske udvikling fra et lærerkorps bestående af mange unge/ynge, særdeles ambitiøse medarbejdere til et lille antal midaldrende undervisere havde konsekvenser for undervisningen og forskningen.

Lærerkorpset ved DIA og Ingeniørhøjskolerne havde ikke længere overskud til en række af de aktiviteter, der sikrede kontakten til praksis og/eller var med til at udvikle dem selv, og dermed sikre udviklingen og inspirationen i forhold til uddannelsen. Lærerkorpset ved universiteterne havde samme problemer, men ikke i samme grad pga. den tilknyttede forskning. I et vist omfang kunne tid, der tidligere anvendtes til forskning, flyttes over til undervisning, idet grænserne kan være flydende, når f.eks. nye kurser skal udvikles.

Ovennævnte faktorer var også medvirkende til, at lærerkorpset fik et statustab i forhold til deres kollegaer i det private erhvervsliv. Dette kan bl.a. aflæses af antallet af ansøgere til ledige stillinger.

Udviklingen betød også, at der blev udarbejdet mange nye – og som regel defensive studieplaner, hvilket var nødvendiggjort af nedskæringer. Der blev undervist i de fagområder, som de tilbageværende lærerkræfter magtede, og for visse fagområder satte man de tilbageværende lærere til at undervise i fag, hvor deres baggrundsviden var tvivlsom. På universiteterne afspejlede forskningen tilsvarende de tilbageværende forskeres fagområder. Tilfældigheden af, hvilke fagområder, der rammes af fyringer og afgang, betød, at der nogle steder opstod faglige øer, dvs. enkeltundervisere og enkeltforskere, der blev isolerede med fare for, at de dannede deres egen verden med forskning inden for deres eget felt. Overskud til dialog med erhvervslivet – i dette tilfælde rådgiverbranchen - var yderst begrænset.

Tidligere var universiteter og ingeniørskoler omdrejningspunkter for høj faglig viden og udvikling af ny viden og nye metoder, der ikke blot kom erhvervslivet til gode, men også gjorde at erhvervslivet trak på den viden, der fandtes de pågældende steder. Universiteterne og ingeniørskolernes profil har ændret sig, så erhvervslivet i dag kun i begrænset omfang trækker på deres faglige viden, idet denne ikke afviger væsentligt fra, den viden der findes internt i de fleste firmaer. Dette er ikke tilfredsstillende, idet FRI virksomhedernes faglige udvikling kan fremmes betydeligt ved at universiteterne og ingeniørskolerne har et højt fagligt niveau, der ikke blot påvirker de studerende, men også skaber en vekselvirkning med erhvervsvirksomhederne.

Nedskæringerne ramte også nyttige aktiviteter såsom studierejser og besøg på byggepladser etc. Der er ikke nødvendigvis blot tale om manglende økonomiske ressourcer; også lærernes manglende tid og kendskab til praksis spiller formentlig ind.

Gennem årene har der været stadigt stigende klager over kvaliteten af de studerendes indgangsviden, typisk at studenterne ikke kan så meget matematik og fysik som tidligere. Disse indvendinger høres stadig. Det er en kendsgerning, at læreanstalterne har været nødt til at sænke kravene til de studerendes færdigheder i disse fag, dels på grund af den næsten frie adgang til studiet og dels på grund af den mindre viden, der medbringes fra gymnasierne. Tidligere blev eleverne delt ved det 6. skoleår. I dag sker adskillelsen først ved gymnasiet – for naturfagene endog først midt i det første år. Uden at gå ind i en egentlig diskussion af det gymnasiale niveau på disse felter, skal det blot fastslås, at de nævnte faktorer alt andet lige ikke har medvirket til at sikre den indgangsviden, der kræves for starten af et ingeniørstudium.

6.4 Den nuværende situation

Uddannelsesreformen på ingeniørområdet har betydet, at der nu uddannes ingeniører med to grader, nemlig civilingeniører ved DTU og AAU og diplomingeniører ved DTU, AAU og Ingeniørhøjskolerne. De enkelte institutioner er inde i en forandringsproces, hvor Ingeniørhøjskolerne bliver CVUer eller indgår i CVUer med selvstændige bestyrelser, og universiteterne bliver selvstændige med egne bestyrelser.

De generelle økonomiske bevillinger til uddannelsesstederne skæres fortsat ned med mellem 2 og 3 procent årligt, så der inden for de næste 4 år skal nedskæres med 10 procent. Samtidig føres en del af beløbet tilbage i form af engangsbeløb såsom færdiggørelsestaxametre og kvalitetsudviklingstilskud.

Ingeniørhøjskolerne er for alles vedkommende dele af CVUer, hvor der stilles krav om samarbejde med erhvervslivet bl.a. via netværksdannelse og udvikling – hvilket også skal dækkes af taxametertilskuddene. Dog er der i 2004 afsat ekstraordinære beløb til CVUerne som et tilskud til videntcenterfunktionen.

Der stilles desuden krav om synliggørelse og konkurrence mellem uddannelserne indbyrdes, hvilket bl.a. betyder, at institutionerne skal offentliggøre oplysninger af relevans for brugerne. Det kan f.eks. være uddannelsernes beståelsesprocenter og gennemsnitskarakterer, så kommende studerende får et godt grundlag for at sammenligne institutioner og for at vælge mellem mulige institutioner.

Kravet om uddannelsesinstitutionernes synliggørelse synes særdeles relevant i lyset af fagbladet Ingeniørens undersøgelse af virksomhedernes kendskab til de danske ingeniøruddannelsers indhold

og kvalitet, offentliggjort i Ingeniøren, nr. 16, 16/4 2004. Undersøgelsen er foretaget blandt 500 af landets mest ingeniørtunge virksomheder og viser et generelt lavt kendskab til ingeniøruddannelsernes indhold og kvalitet. Især uddannelserne fra de små ingeniørhøjskoler er meget lidt synlige, mens DTU ikke overraskende topper listen.

Der tilskyndes til oprettelse af nye – gerne tværfaglige – uddannelser. I forbindelse med planlægning af nye uddannelser ydes støtte, under forudsætning af, at de nye uddannelser er godkendte.

Uddannelsesinstitutionerne oplever altså :

- at der til stadighed skæres ned på bevillingerne til den grundlæggende undervisning
- at der skal løses nye opgaver for et mindre beløb
- at man skal konkurrere om studerende, ved f.eks. at offentliggøre beståelsesprocenter
- at deres indtjening direkte afhænger af hvor mange der gennemfører studierne (taxameterprincippet)
- at etablering af nye, gerne tværgående uddannelser anbefales og støttes.

Denne situation betyder, at der nu udarbejdes nye studieplaner, der er meget mere aggressive, idet de på en langt mere konsekvent måde tager udgangspunkt i dagens situation. Det betyder bl.a., at der nu er tale om at:

- uddannelsernes form er under omlægning til generelt mindre konfrontationstid
- der ved mange uddannelsesinstitutioner etableres nye uddannelser (designingeniører, by og byg ingeniører etc.).

Den mindre konfrontationstid har bl.a. til formål at frigøre mere tid til udvikling af den enkelte underviser til gavn for såvel denne som for institutionerne. Den mindre konfrontationstid betyder mindre tid, hvor de studerende er i direkte dialog med undervisere og forskere. Det betyder også, at det overlades til den studerende at tilegne sig større dele af et pensum ved egen indsats – hvis der ikke sker det meget ubehagelige, at stofmængden reelt nedsættes. Netop dette forhold kan betyde, at mængden af hardcore fag nedsættes til fordel for softcore fag, der lettere indlæres ved egen indsats. Mindre konfrontationstid betyder også, at behovet for gode lærebøger øges. I den forbindelse er det værd at bemærke, at bygningsingeniørområdet er præget af et stort islæt af national viden, som ikke umiddelbart kan indhentes gennem udenlandske lærebøger. Eksempelvis er Danmark førende inden for moderne beregningsmetoder i beton, ligesom vi er langt fremme med hensyn til analyser af bygningers energibehov.

De nye uddannelser, der generelt har færre hardcore fag, har til formål dels at tiltrække flere studerende, og dels studerende der ellers ikke ville betragte ingeniørstudiet som en mulighed. Nogle af de nye uddannelser kan ses som supplement til de eksisterende uddannelser, f.eks. designingeniører, mens andre af de nye uddannelser givet overtager en del af de studerende, der ellers ville vælge et af de mere traditionelle studier. Specielt skal det nævnes, at universiteterne i dag med deres meget store frihed i kursusvalg, kan producere ingeniører med retningsbetegnelser som f.eks. bygningsingeniører, men med en viden, der ligger langt fra tidligere tiders opfattelse af en bygningsingeniørs viden. FRI finder denne udvikling problematisk, idet FRI som tidligere nævnt lægger meget vægt på, at der på uddannelsesstederne er fokus på specielt hardcore fagene.

Forskning og udvikling er forudsætninger for vedligeholdelse og udvikling af de enkelte fag. Det er FRI's indtryk, at forskningen er beskeden indenfor konstruktions-, anlægs- og installationsteknik. Dette kan skyldes måden, som forskningsmidlerne fordeles på. I de seneste mange år har der fra Statens Teknisk Videnskabelige Forskningsråd været fokus på store og gerne tværfaglige forskningsprojekter. Små – ofte betegnet ”løse midler” – bevillinger, der kunne anvendes til afprøvning af ideer, der f.eks. kunne danne grundlag for større ansøgninger, har været vanskeligt tilgængelige. Denne type midler anvendtes tidligere ofte til aflønning af helt nye kandidater, der på denne måde fik en kortvarigt tilknytning til forskningen. Tilknytningen var værdifuld, fordi den gav et lidt dybere indblik i forskningen og ikke mindst mulighed for opbygning af et netværk, som kunne være til gavn senere i den professionelle tilværelse. Tilsvarende kan netværket være med til at knytte forbindelse mellem forsknings- og uddannelsesinstitutioner og erhvervslivet.

Det virker som om specielt DTU's institut BYG har været taber i forhold til andre institutter på DTU og til tilsvarende institutter på Aalborg Universitet i kampen om forskningsmidlerne.

6.5 Den fremtidige udvikling

På stort set alle institutionerne er man nu inde i en proces, hvor mange undervisere går på pension eller snart skal på pension, og der skal nye til. Dette sammenholdt med udviklingen af nye studieplaner giver unikke muligheder for at rette op på en række af de forhold, som den tidligere udvikling har skabt på uddannelsesstederne.

Det betyder, at der skal foretages en langtidsplanlægning. Hvad er f.eks. planerne med beton- og stålkonstruktioner på DTU? Eller mere præcist, hvordan ser uddannelsesinstitutionerne udviklingen af den kommende konstruktionsingeniør? Allerede i dag er det, der undervises i, ikke altid relevant. F.eks. anvendes moderne teknikker til forældede teorier eksempelvis ved elastiske edb-beregninger på plastiske materialer. Det kan bemærkes, at Danmark indenfor brudberegning af betonkonstruktioner har en unik international placering, og at branchen har implementeret mange af de forskningsresultater, der er opnået ved DTU. Skal dette gå tabt? Branchen mangler også værktøjer til analyser af samspillet mellem de mange komplicerede installationer, der indgår i moderne byggerier.

Uddannelsesinstitutionernes usikkerhed med hensyn til fremtiden, og måske også mulighederne for at få kvalificerede undervisere, betyder også, at der i dag anvendes adskillige deltidslærere fra erhvervslivet. Dette er i mange henseender godt, men ikke holdbart i længden, hvis uddannelsesstedet herved kommer til at forsømme et fagområde, idet de deltidsansatte fra erhvervslivet kun i begrænset omfang bidrager til de faglige miljøer på uddannelsesinstitutionerne.

Alle ingeniøruddannelserne berøres fremover af Barcelona-modellen, hvor en 3-årig bacheloruddannelse skal suppleres med 2 år for at opnå en mastergrad. Mastergraden svarer til civilingeniørgraden, hvorimod bachelorgraden indføres som en grad, der ikke giver erhvervskompetence, men alene anvendes som adgangskort til en masteruddannelse – i princippet på et hvilket som helst universitet i Europa. Indførelse af en ikke kompetencegivende bachelorgrad med samme studietid som en diplomingeniørgrad er ikke rationelt, og vil være med til at forvirre billedet af det reelle indhold af ingeniøruddannelser. Yderligere forekommer det u hensigtsmæssigt, at diplomingeniøruddannelsen på Ingeniørhøjskolerne er placeret under Undervisningsministeriet, mens den på universiteterne er placeret under Forskningsministeriet.

7. anbefalinger til uddannelsesinstitutionerne

I lyset af de forandringer, der netop nu sker i uddannelsesinstitutionernes struktur, uddannelsernes opbygning og fornyelse af lærerkorpsen, finder FRI det naturligt, ud over at prioritere de fag, som FRI ønsker fremmet i uddannelserne, at komme med en række anbefalinger til uddannelsesinstitutionerne. Anbefalingerne skal ses i lyset af FRI's ønske om nyuddannede ingeniører med en høj faglig kvalitet. FRI er om nogen fuldt bevidst om, at det kræver nogle år i praksis, før en nyuddannet ingeniør er en "færdig ingeniør", men et godt slutresultat forudsætter et godt produkt fra uddannelsesinstitutionerne.

7.1 Ingeniøruddannelsernes struktur

For nærværende uddanner mange uddannelsesinstitutioner i Danmark bygningsingeniører. Civilingeniøruddannelsen foregår ved Danmarks Tekniske Universitet og Aalborg Universitet (incl. ingeniørskolen i Esbjerg). Diplomingeniøruddannelsen på byggeområdet foregår de samme steder, samt ved Ingeniørskolerne i Horsens, København, Odense og Århus.

FRI finder det problematisk med så mange udbydere af ingeniøruddannelser i Danmark. Det er ikke realistisk at forvente kvalificerede uddannelser fra så mange steder. Selv med en vis specialisering mellem udbyderne er det problematisk. Mange uddannelsesinstitutioner er med til at udviske identiteten af de enkelte uddannelser, og mange uddannelsesinstitutioner betyder også små faglige miljøer, der kan være fuldstændig afhængige af enkeltpersoner.

FRI finder det også betænkeligt med uddannelser, der betegnes ingeniører, selv om det tekniske indhold i uddannelsen er begrænset. Også denne udvikling er med til at udviske identiteten af, hvad en ingeniør egentlig er.

Specielt inden for ingeniøruddannelser i konstruktions-, anlægs- og installationsteknik anbefaler FRI, at uddannelserne koncentrerer på færre uddannelsessteder end i dag, således at de økonomiske midler anvendes optimalt.

For de uddannelsessteder, der uddanner bygningsingeniører, anbefales en koordineret specialisering, så der kan etableres større og stærkere faglige miljøer omkring specialerne. Eksempelvis er det urealistisk at tro, at man kan have et højt uddannelsesniveau inden for betonkonstruktioner på alle de universiteter og ingeniørskoler, der uddanner bygningsingeniører og et tilsvarende højt forskningsniveau på universiteterne. Det er eksempelvis også urealistisk at tro, at der kan uddannes stærkstrømsingeniører på alle de uddannelsessteder, der har "E-retninger". Hvis søgningen til stærkstrømsuddannelsen er for lille til selvstændige hold, vil den måske blive søgt gennemført ved samlæsning med kommende svagstrømsingeniører. Dette øger risikoen for en uddannelse, der ikke lever op til erhvervslivets forventninger og krav.

Når de enkelte uddannelsesinstitutioner har valgt/fået udvalgt deres specialer eller spidskompetencer, er det derefter vigtigt, at institutionen synliggør sig, såvel over for studerende og kommende studerende som over for erhvervslivet.

Synlighed over for kommende studerende er vigtig. Her skal ikke kommenteres den diskussion, der foregår i samfundet med hensyn til at få kommende studerende til at vælge naturfaglige og tekniske

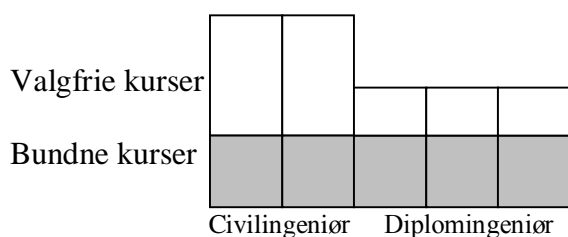
studier. Denne diskussion er naturligvis meget vigtig for samfundet, men FRI vil blot pege på, at synlighed for ingeniøruddannelsernes vedkommende også indebærer, at fortælle at ingeniører i høj grad arbejder med mennesker – altså fjerne billedet af den ensomme ”nørd”, der sidder isoleret med sit speciale. Desuden er det væsentligt, at man fortæller, hvad man kan, når uddannelsen er gennemført frem for at fortælle, hvad man skal lære i løbet af uddannelsen. Det er ikke acceptabelt, at tiltrækningen af studerende sker på bekostning af det faglige niveau, specielt mht. indholdet af hardcore fag.

Uddannelsesstedernes synlighed over for de studerende er nødvendig, for at de kan vælge det sted, hvor de kan få det ønskede speciale. Se efterfølgende.

Synlighed over for erhvervslivet er væsentlig for at de kender profilen af de ingeniører, der kommer fra de enkelte uddannelsesinstitutioner.

Ud over at uddannelsesstederne koordinerer specialerne anbefales det også, at bygningsingeniøruddannelsen koordineres de første to studieår, således at ensartetheden bliver stor inden for de enkelte retninger. Efter to år, kan den studerende så vælge at søge til den uddannelsesinstitution, der har netop de specialer, som vedkommende ønsker sig. Eller vedkommende kan vælge specialkurser på andre uddannelsesinstitutioner end det uddannelsessted, den studerende er tilknyttet. Endelig er der den mulighed, at en underviser tilknyttet en uddannelsesinstitution underviser i kurser på andre uddannelsesinstitutioner. Sidstnævnte koncentration af forskere og undervisere på én institution, men med undervisning på flere institutioner, kan medvirke til opbygning af tilstrækkeligt stærke faglige miljøer.

Det ovenfor angivne princip er illustreret på figuren herunder. Man kan forestille sig, at den klassiske bygningsingeniør uddannes 5 steder, 2 steder til civilingeniørniveau og 3 steder til diplomingeniørniveau. De første to år indeholder bundne kurser, der i princippet er fælles – eller i hvert fald så fælles, at den studerende efter de to år kan vælge, om vedkommende vil være diplomingeniør/civilingeniør indenfor konstruktionsretningen med speciale i trækonstruktioner, eller inden for installationsretningen i CTS-anlæg osv.



FRI anbefaler altså, at de enkelte uddannelsesinstitutioner specialiserer sig, at specialiseringen gøres koordineret, og at de første to studieår for bygningsingeniører – afhængig af retning - gøres så ens på uddannelsesinstitutionerne, at den studerende derefter frit kan vælge institution, uddannelsesgrad og speciale.

7.2 Ingeniøruddannelsernes indhold

Ud fra den sammenhæng mellem funktion og kompetence, der er omtalt i kapitel 3, kan skemaet fra kapitel 3 ændres til et skema med krævede kompetencer til nyuddannede ingeniører, sådan som det

er vist i det følgende. I skemaet markerer X en krævet kompetence på højt niveau og Y markere en krævet begrænset kompetence.

Funktion	Kompetence												
	Viden om og forståelse for sit fag og dets anvendelse	Stor viden om og forståelse for sit fag og dets anvendelse	Specialviden inden for et snævert fagområde	Forståelse for ”nabofag”	Fagligt bred viden	Forståelse for udførelse	Viden om logistik og processer	Evne til at samarbejde	Evne til skriftlig og mundtlig formidling	Økonomisk viden	Juridisk viden	Forretningsmæssig forståelse	Viden om administration og ledelse
Nyuddannet ingeniør	X			Y		Y		Y	Y	Y	Y	Y	

X: Krævet kompetence på højt niveau

Y: Krævet begrænset kompetence

Det bemærkes, at der kun er et X, svarende til et ønske om, at den nyuddannede ingeniør har en høj teknisk viden, som beskrevet i kapitel 5. Når der kun er et X, svarer det til FRI's prioritering af den tekniske viden som det absolut centrale i ingeniøruddannelsernes indhold, jf. kapitel 4, dvs. der skal lægges meget stor vægt på høj faglighed og dermed anvendes megen tid på de såkaldte hardcore fag.

Da bygningsingeniører fra forskellige fagdiscipliner arbejder tæt sammen, er det vigtigt, at man allerede fra studiets start føres ind i de tankebaner, der knytter sig til det at være bygningsingeniør. Det betyder, at selv om der er tale om hardcore fag med f.eks. et meget stort indhold af matematik, må undervisningen ikke tilrettelægges isoleret fra bygningsingeniørverdenen. Eksempelvis er det vigtigt, at statikundervisningen allerede fra starten er orienteret mod bygningsingeniørverdenen, så man lærer at tænke statik i bygningsmæssig sammenhæng, dvs. bygningsstatik.

Den konstruktive forståelse hos konstruktionsingeniører og den installationsmæssige forståelse hos installationsingeniører, dvs. evnen til selv at modellere, hvorledes konstruktioner eller installationer virker, er helt afgørende for FRI virksomhedernes konkurrenceevne. Danske ingeniører må ikke ende med kun at være det som professor K. W. Johansen i skriftet: ”Hvad laver vi ingeniører egentlig?” kaldte ”inputtere”.

Ud fra talemåden ”Overdrivelse fremmer forståelsen” kunne et udsagn være, at der ikke må anvendes standardsoftware ved ingeniøruddannelserne. I denne sammenhæng er det vigtigt at understrege, at uddannelsen ikke skal fokusere på løsning af problemstillinger, hvortil der i dag findes standardsoftware, eksempelvis løsning af ligningssystemer etc. Derimod skal fokus være rettet mod en forståelse af ligningssystemer, deres løsning etc. Inden for konstruktionslæren er det f.eks. vigtigt, at der gennem hele studieforløbet uden computere arbejdes med konstruktiv modellering og bestemmelse af snitkræfter, så der opbygges en stor erfaring med og forståelse for dette vigtige emne, som traditionelt volder store problemer. Hvis denne evne ikke er tilstede, vil en nyuddannet ingeniør ikke kunne forholde sig til ind- og uddata fra en computerberegning, dvs. vurdere om de er korrekte/fornuftige. Det volder ikke problemer at lære den færdige kandidat anvendelse af standardsoftware, når denne tiltræder en stilling. Efterfølgende læring af konstruktiv forståelse vil derimod være en overordentlig vanskelig opgave.

Kompetence på højt niveau kan være en kompetence, der spredes over flere tekniske fag, f.eks. en konstruktionsingeniør eller en installationsingeniør, eller det kan være en kompetence, der koncentrerer sig om et mere snævert fagområde, f.eks. en konstruktionsingeniør med meget høj viden om betonkonstruktioner (materialer, armerede og forspændte konstruktioner, skivebygninger, broer mv.) eller en installationsingeniør med meget høj viden om indeklima (komfort, bygningsfysik, ventilationsanlæg, mv.). I begge tilfælde kan det anbefales, at der udarbejdes anbefalede studieforløb med tilknyttede liniebetegnelser for de dele af studiet, hvor der er valgmuligheder. Det bemærkes, at i tilfælde, hvor den nyuddannede ingeniør har koncentreret sin kompetence, kan det diskuteres, om det viste X i skemaet i stedet skulle placeres under en af de to andre kompetencer, der vedrører den tekniske viden.

De områder, hvor der kræves en begrænset kompetence, skal som tidligere nævnt ses i lyset af den begrænsede studietid. Øges kravet til kompetencen på et område, betyder det ofte, at kravet må sænkes på et andet område. Helt så skarpt kan det naturligvis ikke stilles op. Nogle kompetencer kan opøves i forbindelse med, at andre kompetencer indlæres, f.eks. vil kursusarbejder/projekter inden for et fag medvirke til at opøve evnen til samarbejde. Aflevering af skriftlige rapporter i forbindelse med kursusarbejder/projekter samt mundtlig fremlæggelse af resultaterne vil medvirke til at opøve evnen til skriftlig og mundtlig formidling. Et grundlæggende kursus i kommunikation i starten af studiet kan derfor anbefales, og det skal sikres, at kommunikation er en integreret del af de færdigheder, der knytter sig til de enkelte fag. I det hele taget skal man sikre sig, at eksaminer betjener sig af en bred vifte af forskellige eksamensformer, der medvirker til at fremme evnen til kommunikation og sikrer, at den fornødne viden er til stede. Alle eksamensformer skal benyttes, så kvaliteten sikres gennem såvel individuelle prøver (skriftlige, mundtlige og projektorienterede) som gennem gruppeprøver i projektarbejder.

Det er vigtigt, at den nyuddannede ingeniør kender til de nabofag, som vedkommende kommer i berøring med. Konstruktionsingeniøren skal ikke kunne projekttere installationer, og installationsingeniøren skal ikke kunne projekttere konstruktioner. Derimod skal begge parter kende så meget til hovedproblemstillinger, begreber og betegnelser op de tilstødende fagområder, at der er både forståelse og respekt for vedkommendes arbejde og interesse i gode løsninger til fælles bedste. Et sådant kendskab til nabofag opnås typisk gennem fag af mere orienterende karakter – eller det der tidligere blev kaldt et softcore fag. Yderligere kan kendskabet udbygges, hvis man i studietiden har kursusarbejder/projekter, hvor kommende ingeniører med forskellige specialer arbejder sammen om det samme bygværk.

Det er vigtigt, at den nyuddannede ingeniør har kendskab til udførelse af arbejderne på en byggeplads. Dette kendskab kan erhverves gennem et særligt kursus, gerne med byggepladsbesøg, og udførelsesteknik skal være en integreret del af de enkelte fag.

Det er vigtigt, at den nyuddannede ingeniør har en basal økonomisk viden, der sætter vedkommende i stand til at foretage simple beregninger og vurderinger, og nok så vigtigt sætter vedkommende i stand til at vurdere, hvornår den nødvendige viden går ud over ens egen viden. Det er vigtigt, at der her ikke tales om nationaløkonomi og lignende, men at der gives relevante informationer om f.eks. byggeregnskaber, soliditet, likviditet etc.

Det er vigtigt, at den nyuddannede ingeniør har en basal juridisk viden, der sætter vedkommende i stand til at foretage simple juridiske vurderinger og til at vurdere, hvornår den nødvendige viden går ud over ens egen viden.

Forståelse for nabofag, forståelse for udførelse, økonomisk viden og juridisk viden er fag, der hver især bør have et omfang på ca. 2% af studietiden.

7.3 Ingeniøruddannelsernes økonomiske forhold

Som tidligere beskrevet er den stadige nedskæring af uddannelsesstedernes økonomi særdeles uheldig for uddannelsernes kvalitet.

Nedskæringerne sammenholdt med incitamenter til nye uddannelser betyder, at der genereres nye uddannelser for at skaffe tilstrækkeligt volumen på uddannelsesstederne. Dels stiller FRI sig tvivlende overfor den faglige styrke af disse nye uddannelser, og dels bekymrer det FRI, at det sker på bekostning af den eksisterende ingeniøruddannelse, idet denne herved vil blive endnu mere nødlidende økonomisk.

I stedet for at der overordnet træffes beslutning om lukning af nogle af uddannelsesstederne, lader man markedets frie kræfter bestemme hvilke uddannelsessteder der må lukke og hvornår. Man skal ved en sådan beslutning gøre sig klart, at dette betyder en unødigt spredning af ressourcer med dårligere uddannelse og forskning til følge. Når de nødvendige lukninger er foretaget, forestår arbejdet med at genopbygge faglige miljøer, der har været nødlidende på grund af spredningen af ressourcer. FRI finder denne fremgangsmåde særdeles uhensigtsmæssig for uddannelsernes kvalitet.

Det såkaldte taxameterprincip anvendes som betalingsnøgle til uddannelsesinstitutionerne. Det giver et incitament til at få studerende hurtigere gennem studiet. I den udstrækning dette medvirker til pædagogiske fremskridt, er det naturligvis en fordel. Hvis det derimod sker på bekostning af fagligheden, er det katastrofalt. Det er tvivlsomt, om eksterne evalueringer vil kunne fange sådanne negative virkninger. FRI erkender, at der næppe i dag kan findes et alternativ til taxameterprincippet, men FRI finder det vigtigt, at beløbene ikke til stadighed nedskæres, og at der introduceres andre kvalitetsmålepunkter for uddannelsesinstitutionerne – gerne målepunkter, hvortil der knyttes økonomiske belønninger.

De økonomiske forhold vedrører også forsknings- og udviklingsmidler samt personaleforholdene, der er nærmere beskrevet i de følgende afsnit.

7.4 Forsknings- og udviklingsmidler

Forskningsmidler til universiteterne kommer for de flestes vedkommende fra Statens Forskningsråd. Disse midler uddeles for størstedelens vedkommende til store projekter – ofte tværfaglige. Det betyder en tendens til, at midlerne placeres hos etablerede og anerkendte forskningsmiljøer.

FRI anerkender i høj grad, at forskningsmidler skal placeres, hvor man får resultater for pengene. FRI finder det imidlertid også nødvendigt, at der er midler til mindre projekter, hvor der kan afprøves idéer og til hjælp med at få ønskede forskningsmiljøer opbygget. En del af disse midler må skaffes direkte af undervisningsinstitutionerne i en bevidst strategi om opbygning af faglige miljøer eller fastholdelse af faglige miljøer. Der er i høj grad brug for sådanne midler til generationsskifter i faglige miljøer.

På tilsvarende vis er det vigtigt, at ingeniørhøjskolerne tilføres midler, der muliggør en faglig udvikling af deres lærerkorps. Også for ingeniørhøjskolerne er det vigtigt, at disse midler anvendes strategisk til opbygning eller styrkelse af de faglige miljøer, der reflekterer de enkelte ingeniørhøjskolars specialer.

Fælles forsknings- og udviklingsprojekter mellem erhvervsliv og uddannelsesinstitutioner bør have en høj prioritet. Dels medvirker de til den kontakt, uddannelsesinstitutionerne er nødt til at have med erhvervslivet for at kende dets problemkreds og dermed definere meningsfyldte forsknings- og udviklingsprojekter, og dels medvirker de til overførsel af viden fra universiteterne til erhvervslivet. Erhvervsforskeruddannelsen er et fremragende eksempel på overførsel af viden fra universiteter til erhvervsliv.

Der bør udvikles et system til overførsel af ny viden fra universiteterne, hvor den genereres, til ingeniørhøjskolerne, hvorfra den også skal formidles til de studerende. Et sådant system vil formodentlig kræve, at universiteternes forskere meriteres på en anden måde end i dag, se også næste afsnit.

7.5 Personaleforhold

I forbindelse med ansættelse af personale til forskning og undervisning, skal dette naturligvis afspejle de specialer, der er valgt på de enkelte uddannelsesinstitutioner, dvs. en persons afgang betyder ikke automatisk, at der ansættes en person med samme profil. Før en stilling opslås, skal dette overvejes i hvert enkelt tilfælde, og den ønskede profil skal tegnes. Ansættelsesforholdene på undervisningsinstitutionerne skal være så gode, at det tiltrækker de rigtige personer. Ansættelsesforholdene skal også være af en sådan karakter, at de fremmer den ønskede udvikling for såvel den enkelte ansatte som for institutionen.

Generelt har det ikke høj status i erhvervslivet at være ansat på en uddannelsesinstitution, hverken på et universitet eller på en ingeniørhøjskole. Det er der en række grunde til, som institutionerne har mulighed for at ændre på, med den igangværende udvikling. Det er nemlig ikke uvæsentligt, at der som omtalt i kapitel 6 har været en række nedskæringer mv., der har medført, at der i dag sidder personer på undervisningsinstitutionerne, der er fagligt isolerede, med forældet viden og uden kontakt med erhvervslivet. Det gælder naturligvis ikke for alle – heldigvis. Men det er en del af billedet i erhvervslivet. For mange ingeniører opleves det, som om der er større faglige udfordringer

i erhvervslivet, og at en ansættelse på et uddannelsessted på sigt fører til, at man mister kontakten med erhvervslivet og dermed får vanskeligt ved eventuelt at komme tilbage hertil. Dette er med til at gøre det vanskeligt at hente kvalificeret personale fra erhvervslivet.

Fælles projekter mellem erhvervsliv og uddannelsessteder kan være med til at nedbryde denne isolation, hvad enten den er reel, eller der kun er tale om en oplevelse af isolation.

Uddannelsesinstitutionerne konkurrerer med erhvervslivet om de bedste ingeniører. Lønforholdene i erhvervslivet er væsentligt bedre end på uddannelsesinstitutionerne. FRI plæderer naturligvis ikke for, at institutionerne skal være lønførende, men man må have en løn- og ansættelsesstruktur, der tiltrækker kvalificerede personer.

FRI anser nogle års ansættelse i erhvervslivet for at være i høj grad kvalificerende, især i forbindelse med forskning og undervisning inden for institutionernes ingeniørmæssige grundfag og anvendelsesfag. I dag sker ansættelse typisk ved egenproduktion, dvs. grunduddannelse, et Ph.D. studium, ansættelse som adjunkt og derefter som lektor – med deraf følgende risiko for, at de mest kvalificerede efter grunduddannelsen eller efter Ph.D. studiet går til erhvervslivet, samt risiko for at de, der bliver tilbage i forsknings- og uddannelsessystemet, ikke har kontakt til erhvervslivet. Dette kunne modvirkes ved et krav om praktisk erfaring for adjunkter og lektorer kombineret med en løn- og ansættelsesstruktur, der afspejler, hvem de er i konkurrence med, når der skal ansættes personale.

Der stilles naturligvis faglige krav til personalet ved uddannelsesinstitutionerne. Disse krav skal afspejle institutionernes egne målsætninger. De fleste uddannelsesinstitutioner har som mål at arbejde sammen med erhvervslivet. Dette må også afspejles ved vurderingen af den enkelte medarbejder. Samarbejder er i den forbindelse mange ting, lige fra egentlige forsknings- og udviklingsprojekter til videnovertagelse eller videnuddnyttelse igennem fælles udvalg og kommissioner, f.eks. i form af normarbejde.

Undervisning og formidling er ligeledes vigtige elementer ved vurdering af personalet. Lærebøger skal have større status i vurdering af undervisernes produktion. Det er gennem lærebøger, at den nyeste viden og forskningsresultater kan formidles videre til studerende og erhvervsliv. Lærebøger bliver desuden endnu vigtigere under studierne, hvis udviklingen mod mindre konfrontationstid med de studerende fortsætter, idet det placerer endnu mere stof, som den studerende skal tilegne sig på egen hånd. Det er også gode og brede lærebøger der gør, at de studerende kan udvide deres viden inden for et fagområde, når de arbejder med deres fag efter endt uddannelse.

FRI anbefaler derfor, at der ved vurdering af den enkelte medarbejder på uddannelsesinstitutionerne indgår både samarbejder med erhvervslivet og videnovertagelse, inklusive lærebøger samt forsknings- og udviklingsarbejder.