

Mit studieforløb på DTH, 1956-62

Leif Løvborg, E56247

Jeg påbegyndte mit studium ved Den Polytekniske Lærestalt - Danmarks Tekniske Højskole (DTH) den 3. september 1956, 19 år gammel, og afsluttede studiet den 31. januar 1962 med civilingeniøreksamen under den elektrotekniske faggruppe bestået til første karakter. Diplomet er underskrevet af rektor E. Knuth-Winterfeldt og kontraseret af inspektør Paul Carpentier.

Når jeg valgte at uddanne mig til elektroingeniør og ikke til kemi-, bygnings- eller maskiningeniør, hang det sammen med min fascination af de nye tekniske frembringelser, der fandt vej til danskernes hjem i begyndelsen af 1950'erne: Fjernsyn, FM-radio og musikanlæg med forbedret lyd. Bag denne udvikling stod en hurtigt voksende dansk industri af elektroniske hjemmeprodukter. Et andet incitament var et kapitel om de måletekniske anvendelser af svagstrømsteknik, der indgik i en bog, 'Orienterende Elektroteknik', som DTH udgav i 1955 og var skrevet af professor samme sted, dr.techn. G. Weber (1903-1959).

Det undrede mig, at der ikke, som på Københavns Universitet (KU), var en officiel modtagelse af de nye studerende. I stedet indkaldte formanden for Polyteknisk Forening til et orienteringsmøde, hvor han ikke lagde skjul på, at kravene til at bestå første årsprøve var hårde, og at det gjaldt om at passe forelæsningerne. Han advarede specielt os på studieretningerne B, M og E mod, at vi på første halvår (semester) brugte for meget af vores tid på øvelserne i geometrisk tegning, som virkede appellerende på studerende, der havde gode anlæg for at tegne med ridsefjer og tusch, men kun talte halvt med ved karaktergivningen i tegning og afbildningslære. Det overraskede mig at høre, at man ved indskrivningen til første årsprøve skulle erlægge et mindre beløb på studiekontoret i lærestaltens hovedkvarter på Øster Voldgade.

I den velassorterede Polyteknisk Boghandel beliggende i en bid af Botanisk Have ud for den gamle lærestalt ved Sølvtorvet købte vi de hjælpemidler, der var påkrævet op gennem det 5½ år lange studieforløb: Foruden en 30-40 cm lang regnestok, et tegnebræt med tilhørende fejekost, en hovedlineal, en stor tegnetrekant og, som den dyreste anskaffelse, et professionelt tegnebestik. Nogle af lærebøgerne kunne også købes dér, andre måtte vi ud til Julius Gjellerups boghandel i Sølvgade for at købe.

De to første halvår af studiet var udelukkende henlagt til den gamle lærestalt og omfattede forelæsninger i fysik, matematisk analyse, geometri samt almen kemi, herunder fysisk kemi. Forelæsningerne blev afholdt i det store Auditorium I, der bagtil indeholdt en balkon og kunne rumme flere hundrede studerende. Der var ingen højttaler i auditoriet, som i stedet var udstyret med en stor plade, der fungerede som lydreflektor på væggen bag podiet. Til forelæsningerne i fysik var auditoriet propfuldt af studerende fra alle fire studieretninger, deriblandt 'omgængere', hvortil kom et antal studerende fra KU, der læste til skoleembedseksamen. Om vinteren kom der en irriterende sydende lyd fra radiatorerne under vinduerne, og luften var tung af vådt overtøj. Når det ind imellem hændte, at en forelæsning blev aflyst, var vi flere, der udnyttede fritimen til en spadseretur i Botanisk Have eller en visit på det overfor liggende Statens Museum for Kunst, som dengang havde gratis adgang.

Pensummet i fysik, der omfattede mekanisk fysik og varmelære, var forankret i to navnkundige lærebøger skrevet af tidligere professor E.S. Johansen (1879-1954). I sine forelæsninger benyttede vores fysikprofessor H. Højgaard Jensen (1918-2001) sig desuden af en lærebog i deformerbare stoffers mekanik, som han selv havde skrevet. Med sin kraftige og tydeligt jysk klingende stemme

havde han ingen vanskeligheder med at gøre sig hørbar på den bagerste række på balkonen. Tilhørernes opmærksomhed fulgte han ved ofte stille sig mellem katedret og kanten af podiet. Jeg husker en dag, hvor han opdagede en tilhører på første række, der var faldet i søvn med bogen liggende uopslået på podiegulvet lige foran ham. Højgaard Jensen sparkede til bogen, hvilket fik den formastelige til at vågne og indkassere en vred bemærkning, som vi alle kunne høre.

Undervisningen i matematisk analyse blev gennem alle fire halvår på førstedels studiet varetaget af professor A.F. Andersen (1891-1972), der sammen med professor ved KU, Harald Bohr (1887-1951), og professor ved DTH, Richard Petersen (1894-1968), stod bag firebindsværket 'Lærebog i Matematisk Analyse'. Til sine rutineprægede forelæsninger over det ret vanskelige stof i lærebogens tykke bind 2 og 3 yndede A.F. Andersen at optræde i hvid nylonskjorte med lange ærmer, hvilket forlenede ham med en vis pondus. Som den vist nok ældste af professorerne på den gamle læreanstalt forventede han at blive tiltalt i tredje person, altså som 'Professoren', når en af de studerende en sjælden gang dristede sig til at henvende sig til A.F. Andersen med et spørgsmål efter en forelæsning.

Da jeg før min optagelse på DTH orienterede mig om indholdet af førstedels studiet, undrede det mig, at geometri indgik i dette som en selvstændig matematisk disciplin. Var der virkelig så meget mere at sige om det, jeg havde lært i mellemskolen om reglerne for konstruktion af geometriske figurer med lineal og passer? Det var der i høj grad, fremgik det af den lærebog i to bind, som professor Fr. Fabricius-Bjerre (1903-1984) havde skrevet til sine forelæsninger, der strakte sig over de to første halvår. Fabricius-Bjerre varetog desuden formidlingen af stoffet om lineær algebra i bind 1 af 'Lærebog i Matematisk Analyse'. Dermed havde han et stringent grundlag for indførelsen af såkaldt vektorregning til beskrivelse af rumlige kurver og figurer og deres afbildning i koordinatsystemer med forskydelige og drejelige akser. Her var der en direkte kobling til projektionstegning, som han beskrev i et hæfte om afbildningslære. Det var beregnet til selvstudium og fandt anvendelse i tegneøvelserne på den øverste etage af den gamle læreanstalts fløj ud mod Vester Farimagsgade og blev overvåget af amanuensis Helge Christensen med stor nidkærhed.

Fabricius-Bjerre holdt sine forelæsninger iført nydelig tweedjakke og et diskret slips, der sammen med hans lille moustache gav ham et præg af engelsk gentleman. Var der for megen uro på tilhørerbænkene, stillede han sig lyttende an og bemærkede stilfærdigt: "Det lyder næsten som dengang, jeg underviste i mellemskolen". Det skabte ro i auditoriet med det samme.

Stilfærdighed var just ikke det, der prægede vores professor i almen kemi, R.W. Asmussen (1903-1984). Han havde året før vakt furor i et demonstrationseksperiment for nedrullede gardiner med en blanding af to luftarter indesluttet i et cylinderglas, der var lukket med et tykt løst glaslag. Da han kastede lys på blandingen med en lommelygte, udløstes der en kraftig kemisk reaktion med en momentan trykstigning til følge. Men låget på glasset havde ikke været tungt nok til kun, som tilsigtet, at løfte sig en halv snes centimeter, inden det faldt ned på katedret. I stedet fløj det højt op i luften og ramte et lysstofrør i loftet, som drattede ned og ramte professor Asmussen på skulderen. Han greb det, lagde det til side og gik til auditoriets jubel uanfægtet videre med sin forelæsning. Da han det følgende år gentog eksperimentet for vores hold, omtalte han denne utilsigtede hændelse og sigtede med et rævesmil bevidst efter at ramme et lysstofrør én gang til, hvilket han dog ikke havde held med.

Til R.W. Asmussens forelæsninger var der knyttet et laboratoriekursus i uorganisk kvalitativ analyse, som heldigvis ikke var karaktergivende, for jeg var en klodrian til at trække reagensglassene med opløsningerne ud af flammen fra bunsenbrænderen i det rette øjeblik. Gjorde jeg det for hurtigt, kom der for lidt bundfald, og var jeg for langsom i vendingen, gik væsken i stødkog og

blev slynget ud af glasset til fare for mig selv og mine nabofæller. Våd kemi var ikke noget for mig.

Helt anderledes positivt oplevede jeg Fysisk Fælleskursus, der afholdtes i Laboratoriet for Teknisk Fysik ovre på læreanstalten i Øster Voldgade og strakte sig over 12 fredage i tredje og fjerde halvår. I denne forsøgsrække, der omfattede emner som vands strømning i rør og jerns magnetiske egenskaber, var vi opdelt i tomandshold, hvor jeg som makker havde min gymnasiekammerat Finn Jensen, der ligesom jeg planlagde at blive svagstrømsingeniør. Det førte os sammen i et parløb op gennem studiet helt frem til valget af eksamensprojekt i det afsluttende år. Som vejleder på fælleskurset havde vi cand.mag. og senere dr.techn. Niels Jonassen, som lærte os at vurdere de optrædende måleusikkerheder og sammenfatte dem til en resulterende usikkerhed på måleresultatet.

Første årsprøve satte punktum for undervisningen i almen kemi og geometri, til gengæld kom der nye grundfag til, henholdsvis anvendt matematik og rationel mekanik samtidig med, at vi stiftede bekendtskab med to ingeniørfag, bærende konstruktioner og metallære. På tegnestuen afløstes projektionstegning af teknisk tegning. Vejlederen på mit tegnehold var en pensioneret maskin-ingeniør, der i sin studietid havde stået ved tegnebræt i det selvsamme lokale. Forskellen var blot den, at arbejdsbordene dengang blev belyst med petroleumslamper, som man skulle passe på ikke at puffe til, da man ellers risikerede at få tegningen molesteret af et skvulp petroleum. Vi fik lært at tegne komplekse maskindiagrammer med blyant, hovedlineal og tegnetrekant og øvede os i at udfærdige blyantsskitser påført målangivelser af komponenter, som værkføreren på et maskinværksted umiddelbart ville kunne forstå og foranledige fremstillet.

Forelæsningerne i anvendt matematik byggede på bind 4 af 'Lærebog i Matematisk Analyse' og blev varetaget af professor Richard Petersen, som jeg vender tilbage til senere. Rationel mekanik bestod i en omfattende matematisering af den newtonske mekanik, der indgik i Højgaard Jensens undervisning i mekanisk fysik på første halvår. Som lærer i faget havde vi Hans Tornehave (1915-1998), der i en kort periode var professor ved læreanstalten, inden han overtog et professorat i matematik ved KU. Lærebogen, han grundede sig på, 'Rationel Mekanik II - Dynamik', var skrevet af den internationalt kendte matematiker Jakob Nielsen (1890-1959), som var professor ved DTH i årene 1925-1951. Hans Tornehave var en lun fynbo, som udover sine forelæsninger holdt opgaveregning med os ledsaget af fortællinger om hans private samling af gamle ure.

Pensummet i fysik på tredje og fjerde halvår omfattede elektricitet og magnetisme, elektron- og atomfysik samt lyslære og optik og blev forvaltet af den nytiltrådte professor Tage Carlsen (1914-2002), der kom fra en stilling som videnskabelig assistent ved Danmarks Farmaceutiske Højskole. Han afløste den mangeårige professor i disse discipliner og forfatter af lærebøgerne til dem, Torkild Bjerge (1902-1974), som netop havde forladt DTH for at påtage sig hvervet som den første administrerende direktør for Atomenergikommissionens Forsøgsanlæg Risø, der blev officielt indviet i 1958. Tage Carlsen var ekspert i optik og udmeldte ved sin tiltrædelsesforelæsning, at dette fag ville få en større vægt i pensummet, end professor Bjerge havde tillagt det. Det betød, at vi studerende skulle være omhyggelige med at tage noter af hans forelæsninger, ellers ville vi få besvær med at løse optikopgaverne stillet af ham ved anden årsprøve.

Tage Carlsen holdt som den eneste af professorerne sine forelæsninger iført hvid kittel. En af de første gange demonstrerede han frembringelse af statisk elektricitet med en forsøgsopstilling, som han først affugtede med en hårtørrer. Med sin kittel og sin bølgede frisure lignede han grangiveligt en frisør på jobbet. Fra den dag klæbede øgenavnet "Frisøren" til ham blandt de studerende. En mærkværdighed ved Tage Carlsen var, at han udtalte 'en elektron' som 'et elektron', altså med brug af intetkøn og tryk på næstsidste stavelse ligesom på engelsk.

Undervisningen i bærende konstruktioner varetog en eksternt rekrutteret lærer, rådgivende bygningsingeniør Mogens Folmer Andersen. Han kom ofte til sine forelæsninger direkte fra en byggeplads iført støvler, skindjakke og handsker, som han smed på katedret for dernæst at gribe et stykke kridt, hvormed han på tavlen tegnede en pil med nedadvendt spids. På hver side af pilen skitserede han derpå hastigt to cirkelpile, der drejede hver sin vej, hvilket han understregede med roterende håndbevægelser, der var en orkesterdirigent værdige. Vi vidste godt, hvad Folmer Andersen mente: Kræfterne i en bærende konstruktion skal udbalancere tyngdekraften, og kraftmomenterne med uret skal være lig med kraftmomenterne mod uret.

Til Folmer Andersens forelæsninger var der for os elektroingeniører knyttet et kursus i dimensionering af elmaster og beregning af, hvad nedhængen for en transmissionsledning skal sættes til, givet afstanden mellem masterne og lufttemperaturen på ophængningstidspunktet, som længden af ledningsstykket mellem to master afhænger af, fordi kobberet udvider sig og trækker sig sammen i takt med ledningens temperatur. Vi støttede os her på en lille bog, 'Ledninger og Master', som professor i bygningsstatik med det lange navn Christian Ditlev Nielsen Nøkkentved (1892-1945) havde skrevet for mange år siden.

Metallære var det første fag, der tog sit udgangspunkt i en engelsksproget lærebog: 'Engineering Metallurgy' fra 1955. Professoren i faget og senere rektor for DTH, grev E. Knuth-Winterfeldt (1912-1978) var den mest elegante og underholdende underviser, vi havde. I sine mikroskop-lysbilleder af sribede metalstrukturer yndede han at indskyde et portræt af en ung pige i sribet badedragt for at holde os vågne i auditoriets halvmørke. En morgen ankom han iført smoking fra en privat fest hos Paul Bergsøe, stifteren af metallurgivirksomheden Paul Bergsøe & Søn i Glostrup. Knuth-Winterfeldt fortalte gemytligt, at han havde haft den kendte skuespillerinde Bodil Kjer (1917-2003) til bords.

Flere af de skriftlige eksaminer ved første og anden årsprøve begyndte klokken 9:00 i auditorier ovre på Øster Vold. Jeg var altid nervøs for ikke at nå rettidigt frem gennem de lange korridorer, især når der var tale om et nyt sted i det vidt forgrenede bygningskompleks. Til nogle af opgavesættene var det foruden regnestok tilladt at medbringe lærebøger og opslagsværker, som vejede godt til i tasken. Som regel var bøgerne ingen nytte til, således som opgaverne var formuleret. I forhallen til Øster Voldgade 10 var der til venstre en skranke, hvor jeg afleverede min vindjakke til garderobedamen (ja, en sådan forefandt!), som beredvilligt udpegede beliggenheden af trappen, jeg skulle gå op ad. Helt fortrolig med den gule læreanstalts geografi nåede jeg aldrig at blive.

Efter bestået første del af civilingeniøreksamen med afsæt i de to årsprøver henvendte jeg mig til studiekontoret for at tilmelde mig den gren af studiet til elektroingeniør, der tidligere hed svagstrømsteknik. Ved en studiereform, som netop var trådt i kraft, blev denne betegnelse ændret til teleteknik og rubriceret som studieretning ET. Der blev samtidig skåret godt fire måneder af det obligatoriske praktikår ('værkstedsår') mellem første og anden del af studiet, hvorved der blev plads til praktisk orienteret kursusvirksomhed, uden at den samlede uddannelsestid blev forlænget.

På et af de nye kurser, som var ledsaget af frivillig opgaveregning, underviste professor Richard Petersen os i sandsynlighedsregning, hvortil kom videregående anvendt matematik. Her stiftede vi for alvor bekendtskab med Richard Petersens vidt berømte omhu for, at den enkelte studerende fik det størst mulige udbytte af hans undervisning, der var illustreret af jordnære eksempler på matematikkens tekniske anvendelser. Under besættelsen havde han eksempelvis beregnet temperaturfordelingen i lokaler, der blev opvarmet af forskelligt udformede vandradiatorer for dermed at sætte boligministeriet i stand til at udpege de radiator typer, der var de mest energibesparende.

Til opgaveregningen havde Richard Petersen opstillet en afleveringskasse i forhallen til den gamle læreanstalt. En dag, hvor jeg løb på ham i forhallen, kom det med et greb i mit ærme spontant fra ham: "Nu har De vel afleveret, Løvgaard?" Jo, det havde jeg. At jeg hed Løvborg, kunne jeg ikke få mig selv til at sige efter denne venligtsindede påmindelse. Sådan var Richard Petersen i sin lærergerning: Levende interesseret i sine elever og smittende i sin begejstring for matematikkens praktiske anvendelser. Han var ikke ret høj og gik blandt de studerende under kælenavnet 'Lille-P'.

Det skal her tilføjes, at Richard Petersen - udover at være blandt de bedste undervisere på DTH - var hoveddrivkraften i etableringen af Danmarks første elektroniske datamaskine, DASK - "Dansk Aritmetisk Sekvens Kalkulator" - som af det nyoprettede ATV institut Regnecentralen blev installeret i en villa i Valby og taget i brug i februar 1958. Richard Petersen tog kursusholdet ud til en demonstration af en maskinkode til DASK, som på få minutter kunne løse 20 ligninger med 20 ubekendte, hvilket var enormt hurtigt dengang.

Et andet tiltag i studiereformen var, at den obligatoriske undervisning og prøve i bogholderi for elektroingeniørernes vedkommende blev fremrykket fra andendels studiet til det nye uofficielle halvår. Det samme gjaldt undervisningen i mekanisk teknologi. Vores lærer i dette fag var professor Ove Hoff (1905-1972), som var en kendt person i offentligheden fra sin deltagelse i modstandsbevægelsen under besættelsen. Han grundede sine veloplagte forelæsninger på en tysk lærebog, 'Spanabhebende Metallbearbeitung', og tog os med på et besøg i B&Ws støberi i Sydhavnen, som jeg husker fra den intense strålevarme fra smelteovnene og synet af det hvidglødende flydende jern, der blev tappet fra dem af svedende arbejdsmænd iført asbestforklæde og svære handsker, der gik op til albuerne.

Apropos farligt arbejde: Et af de andre kurser i efteråret 1958 handlede om arbejdsmiljø og sikkerhed på industrielle arbejdspladser og blev afholdt af en ekstern specialist i disse emner, som ingeniører klart nok måtte formodes at have kendskab til.

For at bibringe os personlig erfaring med brugen af arbejdsredskaberne på et maskinværksted var der i januar 1959 arrangeret et flerdageskursus med mødetid klokken 7:00 i undervisningsværkstedet for maskiningeniører på den øverste etage af Afdelingen for Mekanisk Teknologi i Øster Voldgade. Det var hårdt at skulle tidligt op i januarmørket og efterfølgende blive konfronteret med det skærende lys fra lysstofrørene i loftet og den kvalmende lugt af skæreolie. I dette store fabriksagtige lokale lærte vi at bearbejde en stålgenstand med håndsav, fil og slibepapir samt at tildanne cylindriske emner på en drejebænk inden for foreskrevne tolerancer. Hertil kom øvelser i boring i metal og i brugen af lysbue- og autogensvejsning til samling af stålplader. Om den sidste metode fik vi at vide, at skulle flammen slå tilbage i gasflasken, havde de to personer på svejseholdet 15 minutter til at bære flasken over til et reserveret sted i Østre Anlæg, inden blandingen af acetylen og ilt eksploderede. Det var nu nok en skrøne, værkføreren havde opfundet. Ved lysbuesvejsning var det svært at undgå, at svejsetråden brændte sig fast. Så måtte den vristes løs og lysbuen tændes på ny. Om den svejsesøm, jeg præsterede, bemærkede værkføreren, at den så ud, som var den skidt af en høne! Bramfri ytringer fra ham hørte med til vores gæsteoptræden som lærlinge i et maskinværksted.

De tilbageværende måneder af det indskrumpede praktikår valgte de studerende at tilbringe hos virksomheder, der stod på liste i studiekontoret. Mit valg var et længere ophold i laboratoriet hos radio- og TV-fabrikken Philips på Amager efterfulgt af fire ugers praktik i TV-afdelingen i Radiohuset på Rosenørns Allé. Hos Philips lærte jeg i detaljer, hvordan en billedrørs TV-modtager var indrettet, og hos Danmarks Radio, som dengang hed Statsradiofonien, fik jeg et interessant (og underholdende) indblik i, hvordan fjernsynsudsendinger blev til rent teknisk.

Andendels studiet på læreanstalten i Øster Voldgade begyndte den 1. september 1959 med en skriftlig prøve i mekanisk teknologi. Den blev medregnet i karaktergivningingen ved prøven ('forprøven') i juni 1960 forud for prøven ('slutprøven') ved den afsluttende civilingeniøreksamen halvandet år senere. Der var gået næsten et år, siden professor Hoff holdt sine forelæsninger, så der havde været en del viden at genopfriske fra den tyske lærebog. Nogle af spørgsmålene var ret lavpraktiske, fx dette: "Angiv ved hjælp af skitser nogle karakteristiske årsager til at spiralbor kan knække under brugen". Her kunne jeg trække på diverse erfaringer med knækkede bor på værkstedskurset.

I andendels studiet indgik en separat skriftlig prøve i nationaløkonomi efter en serie forelæsninger holdt af docent i dette fag, Sven Røgind (1887-1969), som havde skrevet en lærebog om samfundets økonomiske forhold og nationaløkonomiens grundsynspunkter. Ved prøven skulle eksamensholdet, jeg var på, besvare en række spørgsmål inden for det ene af tre emner, henholdsvis pristalsberegninger og deres brugbarhed, arbejds løn og arbejdstid i industri og håndværk samt monopol-dannelse og koncessionsordninger. Jeg valgte at skrive om det midterste emne, hvor et af spørgsmålene lød: "Hvorledes forklares det, at de [kvindelige arbejdere] ikke altid er ligestillede med mændene". Et relevant spørgsmål, den dag i dag! I den endelige opgørelse af karakter-givningen på andendels studiet talte karaktererne i bogholderi og nationaløkonomi kun halvt med til markering af, at der var tale om bifag til ingeniørfagene.

Trods sin labyrintiske opbygning havde den gule læreanstalt sine fordele både for de studerende og for lærerkorpset. Størrelsen af auditorierne var tilpasset de mindre holdstørrelser ved forelæsningerne på andendels studiet, og det var rart, at der efter en regnvåd cykeltur gennem byen fandtes en overvåget garderobe i forhallen til den i øvrigt arkitektonisk vellykkede rotunde. Kantine var pænt stor og havde mere på menuen end det beskedne madsted i kælderen til den gamle læreanstalt, som ved frokosttid var fuld af højt snakkende studerende, hvoraf mange forurenede luften med deres cigaret- og piberøg. Jeg var så heldig at modtage Polyteknisk Forenings spiselegat og droppede for en tid min madpakke til fordel for højt smørrebrød i kantine på Øster Vold.

Blandt lærerkræfterne på andendels studiet vil jeg fremhæve de fire: Jørgen Rybner (1902-1973), Hans Lottrup Knudsen (1917-2005), Asger Kjerbye Nielsen og Helge Jørsboe.

Jørgen Rybner var professor i teoretisk svagstrømsteknik. Han havde skrevet adskillige lærebøger om faget, herunder den fundamentale 'Teorien for Elektriske Kredsløb og Ledninger', 'Lærebog i Telefonteknik' i to dele samt 'Lærebog i Radioteknik'. Jørgen Rybner havde desuden udgivet tabeller og såkaldte cirkeldiagrammer til dimensionering af teletekniske strømkredse. Han var meget matematisk orienteret og formåede uden manuskript at fylde tavlen med udledning af formler. Det kunne godt virke lidt kedsommeligt.

Når professor Rybner efter en forelæsning vendte sig om og så på os gennem sine tykke brilleglas, havde han som regel ingen hast med at forlade auditoriet, idet han forventede, at nogle af os havde lyst til at høre anekdoter fra tilblivelsen af de svagstrømstekniske teorier. Jeg husker især hans tragiske fortælling om en tysk professorkollega, som under krigen blev arresteret af Gestapo for sine anti-nazistiske sympatier, og som i fængslet fortsatte sin udledning af formler på indsmuglede papirlapper. De blev opdaget, hvorefter Gestapo uden videre antog, at disse skriblerier var kodede meddelelser til hans politiske frænder uden for fængslet og fik ham henrettet som spion.

Kjerbye Nielsen forelæste om telefonteknik med udgangspunkt i Jørgen Rybners lærebog. Han var dr.techn. og på det tidspunkt ansat som overingeniør ved telefonfabrikken Automatic. I mit sidste

studieår blev han chef for Teleteknisk Forskningslaboratorium, der blev drevet af KTAS og havde til huse i telefonhuset på Borups Allé. Her aflagde vores hold besøg og fik forevist moderne fjernskrivemaskiner ('teleprintere'), der afløste tidligere tiders telegrafapparater, og prototyper til tryknaptelefonerne, der skulle erstatte abonnenternes gammeldags drejeskivetelefoner ved den kommende automatisering af de københavnske telefoncentraler.

Kjerbye Nielsen var også god til at fortælle anekdoter, så som den om den engelske autodidakte elektroingeniør Oliver Heaviside (1850-1925), der opfandt en metode til undertrykkelse af signalforvrængningen i lange telefonkabler. Metoden, som gik ud på med mellemrum at indsætte små elektriske spoler i kablernes ledere, forsøgte Heaviside at udtage patent på. Patentet gik i stedet til den serbisk fødte elektroingeniør og fysiker Mihajlo Pupin (1858-1935), som blev hovedrig, da der verden over blev nedgravet tusindvis af kilometer såkaldt pupiniseret telefonkabel. Da elektronisk forstærkerteknik i 1920'erne vandt indpas i telefoni over lange afstande, sørgede KTAS for at fjerne de små spoler og manifesterede det ved at kalde kablet 'upupiniseret', et besynderligt navn, som kun de indviede kendte baggrunden for.

Professor dr.techn. H. Lottrup Knudsen varetog undervisningen i elektromagnetisk feltteori, som vel nok var det sværeste fag på andendels studiet. Det videnskabelige grundlag for hans forelæsninger var de matematiske ligninger, der i 1865 blev opstillet af den skotske fysiker James Clerk Maxwell (1831-1879) og giver en sammenfattende teoretisk beskrivelse af alle elektriske og magnetiske fænomener, herunder udstrålingen af radiobølger fra en sendeantenne. I Torkild Bjerges lærebog om elektricitet og magnetisme blev de maxwellske ligninger præsenteret på en ret uoverskuelige måde. Lottrup Knudsens lærebog i elektromagnetisk feltteori byggede på avanceret vektorregning og brug af en symbolsk notation indført af den førnævnte englænder, Oliver Heaviside. Hermed blev ligningerne omformet til fire såkaldte differentiallyigninger. Denne effektive men også meget abstrakte tilgang til teorien og dens anvendelse til dimensionering af antenner gjorde Lottrup Knudsen rede for i et vældig nyttigt hæfte, 'Vektorer til husbehov', udgivet af Polyteknisk Forening.

Helge Jørsboe husker jeg for hans uhøjtidelige væsen og sans for pædagogik, der gjorde det let at følge hans forelæsninger. Han var nyansat lektor i almindelig elektroteknik efter en foregående ansættelse hos ASEA i Västerås. Dette fag omfattede basale ting på det elektrotekniske område så som anvendelsen af såkaldte komplekse tal til repræsentation af vekselstrømme og -spændinger og brugen af trefase-systemer til produktion og distribution af elektricitet. Under den nye studieordning var faget blevet mere fysikpræget med blandt andet såkaldt statistisk termodynamik på programmet som afsæt for en matematisk beskrivelse af elektroners energifordeling i halvledere som germanium og silicium, der udgør det tekniske grundlag for fremstillingen af transistorer. Jørsboe byggede her på teoretiske kapitler i E.S. Johansens lærebog i varmelære, som vi ikke havde haft fremme siden Højgaard Jensens fysikforelæsninger på andet halvår. Der fandtes endnu ingen danske lærebøger i transistorteknik. I stedet baserede Jørsboe sine forelæsninger om dette højaktuelle emne på en lille svensk bog om transistorers forstærkeregenskaber og lave strømforbrug, der blev udnyttet i fremstillingen af bærbare radioer ('transistorradioer') og på længere sigt betød et næsten fuldstændigt farvel til de hidtidige pladskrævende og varmeafgivende elektronrør ('radiorør') på det teletekniske område.

Blandt fagene på femte halvår indtog maskinlære en særlig plads som delvis arvtager af den anden hovedgren af den oprindelige opdeling af den polytekniske læreanstalts fagområder i henholdsvis kemi og 'mekanik'. Jeg stillede mig på forhånd skeptisk til, at en ingeniør i teleteknik behøvede at tilegne sig viden om dampmaskiner, motorer, pumper og kølemaskiner, der var ordene i undertitlen til femteudgaven af A.R. Holms 'Maskinlære', men professor S.A. Andersens forelæsninger var fornøjelige og gjorde mig interesseret i faget.

Til dette var der udformet et kursusarbejde i maskinkonstruktion, der faldt i tre dele, hvoraf de to første havde et bundet emne, mens det tredje emne kunne vælges fra en liste udarbejdet af kursuslederen, en videnskabelig medarbejder ved Afdelingen for Maskinlære, Niels C. Toftegaard. Han kløede sig i nakken, da jeg spurgte ham, om jeg kunne få lov til at gøre DSBs nyanskaffede dieselelektriske lokomotiver, litra My, til genstand for det valgbare emne. Min afdøde far havde været lokomotivfører og indpodet mig en dyb fascination af de i hans tid stort set enerådende kulfyrede damplokomotiver i det danske jernbanenet. Efter at have tænkt sig lidt om foreslog ingeniør Toftegaard, at jeg udarbejdede et fingeret manuskript til et 20 minutters lysbilledforedrag om My maskinen, som tænktes holdt for en kreds af polytekniske studerende.

Da jeg senere på dagen afhentede teksterne til de tre kursusemner, noterede jeg mig, at de var stilet til Herr stud.polyt. Leif Løvborg. Denne høflige tiltaleform illustrerer, at man på andendels studiet var trådt ud af den fremherskende anonymitet på førstedels studiet og nød respekt blandt lærerne.

Min besvarelse af kursusopgaven om den tekniske indretning og virkemåde af My lokomotiverne kom til at fylde 16 håndskrevne A4 sider ledsaget af 10 sirligt udformede tegninger, der skulle illudere lysbilleder. Det havde nok glædet min ældre vejleder fra kurset på tegnestuen i tredje og fjerde halvår, at hans undervisning havde bibragt mig gode færdigheder i teknisk tegning. Mit kilde-materiale hentede jeg fra artikler i Dansk Lokomotivtidende og fra DSB rapporter og plancher fremskaffet af en tidligere kollega til min far. Niels Toftegaard lod mig ikke høre for, at jeg ville behøve en fuld foredragstime, hvis jeg skulle have alle detaljer med i en hypotetisk mundtlig redegørelse for det selvopfundne kursusemne.

Et af fagene, vi skulle eksamineres i ved den skriftelige del af forprøven, var elektroteknisk materiellære, som lektor Balslev ved det elektrotekniske laboratorium på den gamle læreanstalt forelæste over. Her blev vi præsenteret for et væld af informationer om de elektriske, fysiske og mekaniske egenskaber af strømledere og isolationsmaterialer med henholdsvis kobber og porcelæn og plast som prototypiske eksempler. Blandt emnerne var også anvendelsen af blødt jern og ferrit til befording af de magnetiske kraftlinjer i elektriske maskiner og transformatorer. Elektroteknisk materiellære var et udpræget huskefag. Vé den studerende, der ikke på stående fod kunne genkalde sig kobbers specifikke elektriske ledningsevne!

Efter forprøven skulle vi på studieretning ET gennemføre et øvelsesarbejde med elektriske maskiner. Det foregik i en maskinhal ovre i det elektrotekniske laboratorium. Her fik vi et førstehåndskendskab til indretningen og virkemåden af roterende jævn- og vekselstrømsmaskiner ledsaget af målinger til bestemmelse af maskinernes såkaldte omløbskarakteristikker. Vi blev også konfronteret med den i sikkerhedsmæssig henseende krævende udfordring, det var at udføre målinger på en strømbærende højspændingstransformator. Til kurset var der knyttet virksomheds-besøg på landets to store fabrikanter af elektromotorer, Titan på Tagensvej og Thrige i Odense, der senere fusionerede til det odenseanske kæmpefirma Thrige-Titan. Der blev også arrangeret en forevisning af det elproducerende maskineri på Svanemølleværket.

Som forelæser i faget stærkstrømsteknik på studieretning ET havde vi professor Svend Vørts, som støttede sig på det, vi havde lært fra øvelserne med elektriske maskiner. Derudover betjente han sig af hæfter, han havde skrevet om emner så som opbygningen af elektriske fordelingsnet og dimensioneringen af disse på den mest økonomiske måde. For en studerende i teleteknik var det ikke helt nemt at vænne sig til den begrebsverden, der er særegen for stærkstrømsteknikken og specielt knytter sig til det faktum, at noget af strømmen gennem en vekselstrømsmotors beviklinger er selvinduktionsstrøm, som er faseforskudt 90 grader bagud for netspændingen og derved ikke bidrager til overførslen af energi til motorens drivaksel.

Ved et besøg hos NESAs på Strandvejen i Hellerup så vi en såkaldt fasekompensator i skikkelse af en kæmpe stor brummende elektrisk synkronmotor. Ved at ændre styrken af dennes magnetiseringsstrøm kunne man udligne faseforskellen mellem spænding og strøm på elnettet og dermed slippe af med den ”wattløse” strøm forårsaget af elektromotorerne, der på et givet tidspunkt var i drift ude hos selskabets kunder. Det sparede kobber i kablerne ved den fortsatte udbygning af NESAs forsyningsnet.

Det sidste fag, der blev forelæst i på andendels studiet, var elektroakustik. Vores lærer var her dr.techn. Fritz Ingerslev (1912-1994), som foruden at være ekstraordinær professor i svagstrøms-teknik var leder af ATV institutionen Lydteknisk Laboratorium, der havde til huse på DTH i Øster Voldgade. Han lod tavlekridtet ligge ubenyttet hen det meste af tiden til fordel for lysbilleder, ligesom professor Knuth-Winterfeldt gjorde i sine forelæsninger i metallære. Fritz Ingerslev havde endnu ikke skrevet en lærebog i elektroakustik og omdelte i stedet noter til os om emnerne, han forelæste om. Blandt disse indtog mikrofoner og højttalere en central plads. Professor Ingerslev viste eksempelvis, at for den mest udbredte højttalertype, den elektromagnetiske, gælder det såkaldte reciprocitetsprincip, dvs. at højttaleren ud over at fungere som lyd giver også kan bringes til virke som mikrofon, hvilket udnyttes i samtaleanlæg, hvor den talende part holder en knap nede.

I Fritz Ingerslevs forskning på Lydteknisk Laboratorium indgik bygningsakustik med stor vægt, og han viste os i den forbindelse et billede fra en kirke i Holland, hvor der til muren bag prædikestolen var fæstnet en stenskulptur i form af en stor hætte, der virkede som en akustisk parabol. I omegnen af dennes geometriske brændpunkt blev præstens stemme kastet langt bagud i kirken som parallelle lydbølger helt ned til koret. Det var en stor gevinst i forhold til virkningen af en simpel reflektorplade som den på væggen i Auditorium I på den gamle læreanstalt.

Med under halvandet år tilbage til slutprøven var tiden inde til, at vi på holdet hver for sig valgte et speciale på det teletekniske område, som vi til slutprøven ville blive eksamineret i mundtligt. Jeg valgte radioteknik som et speciale, der i teoretisk henseende byggede på det stof, som professor Rybner havde forelæst om tidligere uden at medtage alt, hvad der stod i hans lærebog i radioteknik. Til støtte for specialet i radioteknik holdt Jørgen Rybner ekstraforelæsninger blandt andet om radiobølgers refleksion fra ionosfæren (udnyttet ved kortbølge radiofoni og -telegrafi over meget store afstande) og om matematisk analyse af radiobølgestøj.

I et intensivt og karaktergivende kursusarbejde i oktober-november 1960 og februar-marts 1961 på Laboratoriet for Telegrafi og Telefoni (LTT) i sydøstfløjen af den gule læreanstalt udførte vi 'radioingeniører' målinger på de elektroniske strømkredse, som dannede grundlag for datidens analoge (til forskel fra digitale) radio- og TV-teknik, i alt 26 daglange øvelser, i hvilke der også skulle foretages gennemregninger af kredsløbene.

På LTT fandtes der en righoldig samling af elektroniske måleinstrumenter, deriblandt oscilloskoper til fremvisning af kurveforløbet af signalerne i målepunkterne for de undersøgte kredsløb og følsomme såkaldte rørvoltmetre til aflæsning af signalstyrken på ind- og udgangssiden af forstærkere bestykket med elektronrør eller - i et par enkelte tilfælde - med transistorer, som der endnu kun fandtes få typer af på markedet. Den slags måleudstyr havde jeg allerede stiftet bekendtskab med under mit praktikophold i laboratoriet hos Philips.

I krogene på LTT kunne man også finde betydeligt ældre måleinstrumenter. De var påmalet 'P.O.P.', der stod for Peder Oluf Pedersen (1874-1941), professor ved Den Polytekniske Læreanstalt og direktør samme sted 1922-33 med efterfølgende titel af rektor frem til sin død. Han grundlagde LTT som det første svagstrømslaboratorium på et teknisk universitet.

Med ret kort tidsfrist skulle der efter hver kursusdag udarbejdes en fyldig rapport, der indeholdt en detaljeret beskrivelse af måleopstillingen ledsaget af tabeller og hånd tegnede grafer til vurdering af overensstemmelsen mellem beregnede og aflæste måleværdier. Diagrammer af kredsløbene tegnede jeg ved hjælp af såkaldte elektronikskabeloner købt i tegneredskabsbutikken Linex i Rørholmegade.

Adskillige af de videnskabelige assistenter ved LLT var yngre ingeniører, der havde erhvervet deres kandidatgrad inden for de senere år. De kendte faldgruberne i øvelserne og var nemme at kommunikere med. På LTT var der tradition for, at upræcise formuleringer i rapporter ikke skulle lægges de studerende til last ved karaktergivningen. Tværtimod, assistenterne tilføjede gerne en forklarende note til rapportsider, hvor der stod noget, som ikke var fuldstændig gennemarbejdet. Trivielle regnefejl blev der også set gennem fingre med - de opstod let i udregningen af komplekse formler på en regnestok.

Medio marts 1961 oprandt tidspunktet for valg af eksamensprojektet, der med sin varighed af seks måneder var kronen på værket i uddannelsen til elektroingeniør og talte dobbelt med ved karaktergivningen på andendels studiet. Årets liste over projektemner på LTT og andre laboratorier på DTH af relevans for studieretning ET var ledsaget af projekter udbudt af laboratorier uden for DTH, deriblandt Elektronikafdelingen på Risø. Jeg syntes, jeg havde lært nok om teleteknik generelt og om radioteknik i særdeleshed. Kursusarbejdet på LTT havde forstærket min interesse for elektronisk måleteknik, og her kom Risøs elektronikafdeling ind i billedet som et sted, hvor der blev forsket i nuklear-elektronisk måleteknik, en disciplin, der først blev modnet, efter at Torkild Bjerge skrev sin lærebog i elektron- og atomfysik i begyndelsen af 1950erne.

Om projektet, jeg valgte blandt fire tilbudt af Risøs elektronikafdeling, vil jeg blot nævne, at det handlede om konstruktion af en impulshøjdeanalysator til kontinuerlig monitorering af gammastrålingen fra radioaktive strålingskilder. Fra begyndelsen af april 1961 til medio november samme år opholdt jeg mig ikke meget på DTH, fuldt optaget, som jeg var, med først at gennemføre laboratoriarbejdet knyttet til eksamensprojektet og sammenfatte dette i en større rapport og dernæst med at forberede mig hjemme til de skriftlige og mundtlige eksaminationer ved slutprøven.

Min sidste eksamensdag faldt den 27. januar 1962 - radioteknik med professor Rybner som eksaminator og generaldirektør for Post- og Telegrafvæsenet og søn af P.O. Pedersen, Gunnar Pedersen, som censor. Min studietid ved DTH blev afsluttet lige så uhøjtideligt som den begyndte, da Jørgen Rybner kom ud af døren til eksamenslokalet og med et venligt nik meddelte mig karakteren, jeg just var blevet tilkendt.

Skriftlige kilder:

Samtlige opgavesæt fra de i alt 27 skriftlige prøver på første og andendels studiet

Mine rapporter fra øvelserne på Fysisk Fælleskursus og kursusarbejderne i maskinkonstruktion, elektriske maskiner og radioteknik

Min ukomplette samling af lærebøger fra studietiden

Diverse bibliografiske opslagsværker.

25-01-2025