Efter Hr. Telegrafdirektørens Paalæg skal jeg herved tillade mig at afgive Beretning om de Forsøg, som Statstelegrafvæsenet i Efteraaret 1898 og Foraaret 1899 har ladet foretage med Telegrafering uden Traad efter Marconis System, henholdsvis ved København og ved Halskov Odde ved Korsør:

Første Forsøgsrække.

I November 1898 etableredes en Afsenderstation under aaben Himmel paa Artilleriets Skydebaner på Amager. Man anvendte et Ruhmkorffsk Induktionsapparat, som tilhører polyt. Læreanstalt, og som vistnok ellers kan give en Gnistlængde af ca. 2o cm., men det lykkedes kun at faa en Gnistlængde af 4 á 7 cm., hvoraf fremgik, at en saadan Afsenderstation ikke kan etableres ude i en fugtig Efteraarsluft men maa indrettes i et Lokale, som kan opvarmes, saa at Luften kan holdes tør. Som Fangtraad anvendtes dels lodrette, dels vandrette Traade, og det viste sig at være af Vigtighed, at Afsenderstationens Fangtraad var omhyggelig isoleret, hvilket man opnaaede med Oljeisolatorer; i det meget fugtige Vejrlig, som herskede i de Dage, syntes det endogsaa at hjælpe paa Signaliseringen, hver gang man nedtog Oljeisolatorerne og gned fugtigheden af Porcelænsklokkerne. Dette vil dog næppe faa anvendelse, naar Vejret ikke er ganske særlig fugtigt.

Modtagerapparatet blev baaret af en mand og anbragtes i forskellige afstande fra Afsenderen. Det var leveret af Max Kohl i Chemnitz og havde i det lokale kredsløb dels en automatisk, elektromagnetisk Banker og dels et Relæ. Skriveapparat anvendtes ikke. Det lykkedes med dette apparat at opfatte Impulser fra Afsenderen paa en afstand af ca. 200 Meter. Ved at lave en ny Kohærer forøgedes denne Længde dog med nogle hundrede Meter. Om man anvendte lodrette eller vandrette Fangtraade syntes uden Forskel.

Da imidlertid det anvendte Modtagerapparat aldeles ikke var beregnet paa større Afstande, og da Relæet syntes at være meget lidt fintmærkende, besluttede man at anskaffe nye og bedre Apparater og samtidig at anskaffe et større og bedre Ruhmkorffs Induktionsapparat. Afbryderen i det benyttede Apparat var nemlig konstrueret med Vippekontakter efter Foucaults System, men den arbejdede langtfra saa hurtigt som ønskelig. Hvad den elektromagnetiske Banker angaar, vidste man fra Udlandet, at det var en Fordel at have saa faa Elektromagneter som mulig i det lokale Kredsløb, og derfor besluttede man ved en ny Opstilling at udelade den elektromagnetiske Banker og i Stedet derfor lade Kohærernes Dekohæsion besørge af et mekanisk Bankeapparat.

Anden Forsøgsrække.

I Marts 1899 havde man faaet anskaffet de forskellige nye Apparater, og den anden Række Forsøg begyndte, idet opstillingen fandt Sted for Afsenderstationens vedkommende paa Halskov Odde og for Modtagerstationens Vedkommende paa Sprogø. Afstanden derimellem er ca. 8 km. Senere flyttedes Modtagerstationen midlertidig til det sydlige Kabelhus ved Halskov Odde, saa at man spændte over en Afstand af 1 km. Med frit Sigte over Bugten.

Afsenderstationen var etableret i et opvarmet Værelse i den bygning paa Halskov Odde, hvor Isbaadene opbevares. Udenfor det nordlige Vindue i en Afstand af ca. 4 Meter derfra rejstes en Mast paa ca. 28 Meters Højde, saa at den nyttige, lodrette Længde af Fangtraadene kunde blive 26½ Meter. Traaden var omhygglig isoleret med Oljeisolatorer, forneden endogsaa med to saadanne over hinanden, ligesom det blev paaset, at der overalt var mindst ½ Meters afstand fra Fangtraaden til de Jern-

barduner, som var nødvendige for at afstive Masten. Naar det stormede stærkt under Forsøgene, saa at Fangtraaden kom i en afstand af kun ca. 15 cm. fra en af Bardunerne, kunde man se, at der dannedes Gnister mellem de to Traade, selv om den omtalte Tilnærmelse indtraf oppe ved Midten af Masten, og uagtet Kablet var omgivet af et tykt Guttaperkalag. Naar Telegraferingen skal kunne foregaa i Stormvejr, er det derfor af Vigtighed, at en saadan tilnærmelse mellem Fangtraaden og Genstande, der staar i Forbindelse med Jorden, umuliggøres. Men paa den anden Side viste det sig, at man har et nemt Middel til at kontrollere, om en saadan ekstra Gnistdannelse finder Sted, thi i samme Øjeblik, som den ovennævnte Tilnærmelse skete, ophørte Gnistdannelsen mellem Afsenderapparatets Kugler, saa at den afsendende Ekspedient stadig kan være à jour med, om der finder væsentlige Ekstra-Udladninger Sted. – Fangtraaden bestod ved de sidste Forsøg efter Marconis Mønster af et Guttaperkakabel omvundet med et tyndt Lag Flonel og med en syvsnoet Kobberkore Nr 7/20; det stammede fra et af St. Nord. Tel. Sk.'s Søkabler og var af Typen 180/180 lbs pr. naut. mile.

Induktionsapparatet med roterende Afbryder var ligesom Gnistgiveren (Radiatoren) leveret af E. Ducretet i Paris. Det virkede fuldtud tilfredsstillende. Der anvendtes 19 á 20 meget store halvtørre Leclanche-Elementer af Hellesens Fabrikat i det primære Kredsløb. En Gnistlængde af 51 cm, som var den største Gnistlængde, der kunde maales, opnaaedes i Begyndelsen med 17 Elementer, og Gnistevnen aftog, efterhaanden som Elementernes Antal formindskedes, saaledes at 30 cm Gnist opnaaedes med 7 Elementer, men man foretrak stedse at have 20(19) Elementer inde og at indskyde passende Modstande. Afbrydelserne i det primære Kredsløb skete ved Hjælp af en Elektromotor med 6 Tørelementer, og Hastigheden varieredes ved at indskyde forskellige Modstande. Wehnelts nye Afbryder kunde vanskelig forsøges, fordi Spændingen i det primære Kredsløb ikke var høj nok dertil. Endelig var der i det primære Kredsløb indskudt en Nøgle med Kviksølvkontakt, leveret af St. Nord. Tel. Sk. efter

E. Ducretets Model. Selve Gnisten dannedes mellem to Messingkugler, hvis Diametre var omtrent 3 og 4 cm. Afstanden mellem Kuglerne var fra 2 til 3½ cm. Naar man brugte en stor Hastighed for Afbrydermotoren, var det muligt at gaa ned til en Kugleafstand af 1 cm., Forsøgene syntes at godtgøre, at Skriften kom sikrere, jo større Kugleafstanden gjordes ( i alt fald paa en afstand af 1 km.), selv om man ved den store Kugleafstand maatte nøjes med en mindre Hastighed. Der var den Ulempe ved det anvendte Apparat, at den ene Kugle stod i Forbindelse med den ene store Kugle i Oljebeholderen; det vilde vistnok være rigtigst (i Overensstemmelse med Marconi) at anvende 2 ens, smaa Kugler. Men det fremgik af Forsøgene (paa 8 km.), at mindre Forandringer ved Gnistgiverens Konstruktion ingen Indflydelse havde paa Tegnenes Sikkerhed. Det forsøgtes ogsaa at lade Gnisten slaa over mellem de to store Kugler gennem Vaselinolje (med et lille Kuglepar med Luftmellemrum ved hver Ende foruden), saaledes som Marconi gjorde i Begyndelsen, men der mærkedes ingen Forskel i Tegnenes Tydelighed (paa 8 km.) ved saaledes at anvende Olje i Stedet for Luft.

Hvad selve Induktionsapparatet angaar, var dets Gnistevne til at begynde med mindst 51 cm, og skønt det tilsammen taget vel nok har været brugt en Snes Dage fra Morgen til Aften med de samme 20 Elementer, var Gnistevnen til sidst omtrent 46 cm. Da Marconi plejer at arbejde med 25 cm Gnist, prøvede man ved Forsøgene paa 1 km, hvor god Skrift opnaaedes, at gøre Gnistevnen mindre ved at indskyde Modstand i det primære Løb, og det viste sig da, at Skriften kom godt, når Gnistevnen var 40 eller 30 cm, men gik man ned til 20 cm, blev den mindre god. De 20 store Elementer begyndte med en Spænding af ca. 1,5 Volt og havde til sidst ca.1,3 Volt hver.

Modtagestationen var som omtalt etableret i Kabelhuset henholdsvis ved Halskov Odde og paa Sprogø. Fangtraaden var af Kabel af samme Slags som Afsenderens, og den benyttede Længde var paa Sprogø 19,7 Meter, ved Halskov Odde indtil 6 Meter. Paa Sprogø hang Kablet frit i Luften, men ved Halskov bandtes det tæt op af en al-

mindelig Telegrafpæl, og det gik udmærket. Fra Masten, hvis Afstand fra Kabelhuset var henholdsvis ca. 3 og ca. 7 Meter, førtes Fangtraaden til den ene Ende af Kohæreren, og denne anden Ende var sat i Forbindelse med Jord. Kohæren var anbragt paa Bankeapparatet, som var leveret af ST. Nord. Tel. Sk. og som havde to Hammere, der kunde slaa skiftevis paa hver sin Kohærer, ca. 200 til 500 Slag i Minuttet. I det lokale Kredsløb var indskudt følgende: Kohæreren, en induktionsfri Modstand ("choking coil") varieret fra 100 til 2000 Ohms, et Batteri paa 1 á 3 Tørelementer samlet paa forskellig Maade, en Lauritzens Undulator med Shunt til at indstille, igen en Modstand ("choking coil") paa 100 – 2000 Ohms og saa til Kohæreren. Foruden disse Instrumenter medførtes en Mængde andre, men da det mest fintmærkende af dem, et Kabelrelæ, der lige som Undulatoren velvilligst var stillet til Disposition af St. Nord. Tel. Sk., viste sig mindre fintmærkende end denne sidste, holdt man sig alene til Undulatoren, som med 1 Element kunde skrive gennem over 2500 Ohms. Naar man benyttede de bedste Kohærere, viste det sig baade paa 1 km og 8 km, at det ikke gjorde anden Forskel, at man shuntede Undulatoren, end at Skriften blev lavere, ikke bedre, men derimod bekræftedes ganske Marconis Paastand om det heldige i at have en "choking coil" paa hver Side af Kohæreren. Baade paa 1 km og 8 km blev Skriften bedst, naar man indskød mellem 100 og 1000 Ohms paa hver Side; hvor stor Modstand man benyttede afhang af, om man satte 1 eller 2(3) Elementer til, i alt Fald fik man god Skrift ved at bruge 200 á 300 Ohms paa hver Side.

Hvad selve Kohærerne og deres Skriveevne angaar, viste det sig ved dem alle, at de var højst ustadige. Der stilledes 3 Hovedfordringer til dem: De skulde altid kohere for Gnist, de skulle altid dekohere for Bank, men de maatte aldrig kunne kohere for Bank, thi saa kom der jo Skrift i Mellemrummene mellem Afsenderens Tegn. Denne sidste Fordring var det meget vanskelig at opfylde, og det er formentlig derfor, man i Udlandet ikke anvender kontinuerlig Banker, men automatisk, elektromagnetisk. Paa St. Nord. Tel, Sk.'s Værksted fremstilledes den ene Række Kohærere efter den an-

den, stadig med nye Forbedringer, men uden at de var i Stand til at naa over Beltet. Da Marconi foreskriver 20 á 25 Nikkelkorn og 5% Sølvkorn, mente jeg, at det maatte være Meningen, at Sølvkornene skulde være betydelig mindre end Nikkelkornene, og derfor anvendtes ved de senere Kohærere Sølvpulver og med heldigt Resultat. Da man enkelte Steder i Udlandet var gaaet uden om dette Spørgsmaal ved i Stedet for en Blanding af Nikkel og Sølv at anvende en Legering af samme Metaller, forsøgte man at skaffe en saadan Legering; det havde store Vanskeligheder at smelte de to Metaller sammen, selv i Knaldgasflamme, dog lykkedes det at faa en Legering frem, men Resultatet (Kohærer L) blev ikke særlig godt. Jeg forsøgte at anvende smaat mejslede Spaaner af et tysk Fempfennigstykke, der indeholder 25% Nikkel og 75% Kobber, og dette syntes at være heldigt. Da man under Forsøgenes gang meget hyppig maatte forandre Sølvpolernes Afstand ved at opløse Tilsmeltningen for Enden (enten Shellak eller Glastilsmeltning) , fandt Ingeniør Gulstad paa, at naar man gjorde en af eller begge Polerne skraa, kunde Afstanden mellem dem varieres blot ved at dreje Glasrøret, og dette viste sig meget praktisk særlig for de udpumpede (glastilsmeltede) Kohæreres Vedkommende; men naar man kommer ud over Forsøgsstadiet, vil de skraa Poler næppe behøves. Da det stadig viste sig umuligt at naa over Beltet, forsøgte man efter Marconis Mønster at udpumpe Kohærerne til 1 m/m Kviksølvtryk eller derunder, hvorved man navnlig tilsigtede at undgaa Forandringer ved Kornenes Iltning, Afiltning el. lign.. Denne Udpumpning udførtes velvilligt paa landøkonomisk Forsøgslaboratorium ved Forekommenhed fra Lektor, Dr. med. Henrique's og hans Assistenters Side. Men man naaede stadig ikke over Beltet. Men saa fandt Ingeniør Gulstad paa, at man skulde opvarme Filspaanerne, førend de fyldtes paa Kohæreren, og denne Proces syntes at være af aldeles afgørende Virkning, thi med saadanne Kohærere havde det ingen Vanskeligheder at opfatte Impulser paa de 8 km. Man opvarmede Filspaanerne paa en Jernplade over en Spritflamme, og jeg lagde Mærke til, at Resultatet blev godt, naar Sølvkornene naaede gul Anløbning og Fenpfennigkornene violet eller begyndende blaa Anløbning. Men det er jo muligt, at

der er andre Temperaturer, som vilde være endnu heldigere. Formentlig er det dog det væsentlige, at de Vanddampe, der sidder i Kohærernes porer, fjærnes.

Hver Kohærer forsynedes med et Mærke, og dens Sammensætning noteredes. Resultaterne var da følgende:

Den 5. Juni 1899 KL. 11,50 Fm. Modtoges den første Impuls paa 1 km, se Bilag 1. Det var med Kohærer Nr. 8 med smaa Nikkelspaaner, men denne Kohærer blev senere omdannet, da den ikke uden Opvarmning af Kornene kunde naa over Beltet. God Skrift opnaaedes ogsaa med en Kohærer med Messingpoler (i Stedet for Sølv), lavet af Telegrafist Tönnesen ved St. Nord. Tel. Sk., men den blev banket itu af Bankeren. Kohærer Nr. 8 var dog ikke helt fri for at kohere for Bank, men den tyske Kohærer fra Max Kohl var fri for denne fejl, den skrev sikkert og godt paa 1 km, og den har aldrig kohereret for Bank. Dog bemærkede man, at den tyske Kohærer krævede en Afsendertraad paa ca. 10 Meter og en Modtagetraad paa ca. 6 Meter, medens Minimumstraadlængden efter Marconis Formel (og gaaende ud fra 20 eng. feet for 1 eng. mile) var 4,9 Meter. Nr. 8 var imidlertid ikke udpumpet, og Kornene havde ingen Opvarmningsproces gennemgaaet. Man prøvede da med en Række nye Kohærere (D – N), der alle var opvarmede og alle udpumpede undtagen H. Af disse nye Kohærere var N absolut den bedste, idet den viste sig fuldkommen fri for at kohere for Bank. Den leverede da ogsaa fejlfri og sikker Skrift paa 1 km, hvoraf Bilag 2 viser en Prøve, nemlig Ordet Sprogø, der straks aflæstes af Modtageren, skønt denne ikke forud vidste, hvad der blev skrevet. Særlig er det værd at lægge Mærke til, at man med N kunde skrive paa 1 km med en Afsendertraad paa 3 Meter og en Modtagertraad paa 4 Meter, skønt Marconis Minimum jo er 4,9 Meter. Ganske vist var ved begge Stationer Resten af Kablet viklet op i en rulle og ophængt ved nederste ende af Fangtraaden, saa at Kapaciteten var langt større end alene med 3 – 4 Meter Traad, men det væsentlige turde dog være, at der kun krævedes en meget ringe Mastehøjde. Skriften

ses at være meget langstrakt, og Streger og Prikker er bølgedelte, men disse Fejl kan afhjælpes dels ved langsommere Speed paa Undulatoren (den for Haanden værende Undulator var dog sat paa laveste Speed), dels ved hurtigere Bankning og hurtigere Skrift; og hvad Bølgedelingen angaar, var det Meningen at anbringe 2 Kohærere samtidig paa Bankeren, saa at de bankedes skiftevis, idet da Bølgedalene fra den ene Kohærer skulde udfyldes af Bølgebjærgne fra den anden. Bilag 3 viser en Prøve paa en saadan Skrift, dog kun skrevet paa faa Meters Afstand paa St. Nord. Tel. Sk's Værksted. De forsøg, man gjorde paa 1 km med at faa mellemrummene udfyldt saaledes, mislykkedes idet Bølgedale og –bjærge kom helt uregelmæssige, dette hidrørte maaske fra, at Bankene paa den ene Kohærer trods Filtunderlaget ogsaa rystede den anden, og i saa Tilfælde vilde man vel kunne rette Fejlen ved en mere gennemført Deling af Kohærernes Underlag.

Den 10. Juni 1900 om Eftermiddagen flyttedes Modtagerstationen tilbage til Sprogø, og Forbindelse opnaaedes da straks ved Hjælp af Kohærer N. Den første impuls, der modtages over Beltet, er den, som Bilag 4 viser. Men da var N allerede begyndt at kohere for Bank, og kort efter havde den - skønt den var saa godt som aldeles lufttom – tabt sig i den Grad, at den uafbrudt koherede for Bank. Da den saaledes var helt ubrugelig, huggede man Enden af, ofrede altsaa Lufttomheden, for at forandre lidt paa Fyldningen, men den maa have haft en lille Revne, thi da Bankeren blev sat i Gang, gik Røret midt over, Tilbage var dog de andre lufttomme Kohærere samt H og mange ældre, men de fik alle den Skavank at kohere for Bank, eller ogsaa viste de sig usikre paa anden Maade. D, E og H aabnedes da, og Fyldningen ændredes, særlig paafyldtes i H lidt mere Sølvpulver, hvilket tydelig hjalp, men kort efter havde den tabt sig igen; ved en ny Paafyldning af Sølv blev den dog paa ny bedre. Dette bekræfter, hvad man ogsaa kan se paa Kohærerne, at det fine Sølvpulver og til Dels Nikkelet trænger ud mellem Sølvpolerne og Glasset, men dette kan dog næppe være den eneste Fejl, thi den tyske Kohærer synes at holde sig konstant ( om end mindre fintmær-

kende), og ved den kan man ogsaa se, at Spaanerne er trængt ud paa Siden af Sølvpolerne.

Da det altsaa havde vist sig, at Udpumpningen ingen afgørende Betydning havde, men derimod Kohærernes Opvarmning, søgte jeg at omfylde nogle af de ældre Kohærere ganske paa samme maade, som N var lavet, nemlig med følgende Fyldning: 30 mellemstore Fempfennigskorn, omtrent dobbelt saa meget usorteret Filspaan af Nikkeltraad og endelig noget Sølvpulver, alt glødet til de førnævnte Anløbningsfarver. Med disse Kohærere opnaaedes ogsaa at opfatte Impulser fra Halskov til Sprogø, men de var alle ustadige, og sikker Skrift opnaaedes ikke. Som typisk Eksempel paa, hvorledes Kohærerne i det hele taget virkede paa de 8 km, kan nævnes F, der var udpumpet og opvarmet og havde en skraa Pol. I den Stilling, hvor Sølvpolerne havde mindst Afstand, koherede den meget for Bank, i Midtstillingen lidt og i Maksimumstillingen meget sjældent. Men Impulserne fra Halskov gengaves kun i Minimumstillingen og til Nød i Midtstillingen, og de havde da den Fejl, som alle modtagne Signaler paa 8 km havde, nemlig at der manglede en Del af Impulserne midt i Stregerne (Prikkerne). Den første Impuls i en Streg kom næsten altid, den sidste ofte, men de midterste var meget ustadige, Jeg forsøgte da at indskyde en Kondenser som Shunt til Kohæreren. Jeg kunne indskyde fra 1 til 5 Mikrofarad, og det syntes virkelig, som om Tegnene kom mere og mere fuldstændig, jo større Kapacitet der indskødes. Bilag 5 viser et Eksempel paa, hvilken Skrift der opnaaedes den sidste dag (15. Juni 1899) paa 8 km med F. Det ses, at der mangler flere impulser i Stregerne (Prikkerne), men der er ogsaa Bølger i Mellemrummene, som alene skyldes Bankerens Virksomhed. Der arbejdedes stadig med 26½ Meters Afsendertraad og 19½ Meters Modtagertraad (Marconis Minimum er for denne Afstand 20 $\cdot\sqrt{5}$ feet = 13,7 Meter). Et forsøg med en Afsendertraad paa ca. 20 Meter førte ikke til noget Resultat med de ufuldkomne Kohærere. Da alle Kombinationer af Shunter, Modstande etc. var udtømte, fik jeg Ordre til at indstille Forsøgene og at bringe alle Instrumenterne til København.

Som Hovedresultat af Forsøgene kan da anføres, at det har vist sig muligt at etablere Forbindelse over en Strækning af 8 km, men at der, naar man ved Kohærernes Fremstilling skal arbejde sig frem paa bar bund, her ligesom i Udlandet maa længere Tids Eksperimenteren til for at naa til holdbare Kohærere, thi et saadant Fif som at opvarme Spaanerne findes saa vidt jeg ved ikke anført i noget udenlandsk Tidskrift indtil Dato, og maaske bruger Marconi flere af den Slags Fif. Saa meget kan dog siges, at Sølvpolerne må passe nøjagtigere til Glasrørene, end det var muligt ved disse forsøg, og det synes at være gavnligt at have en Kondenser med en betydelig Kapacitet som Shunt til Kohæreren. Der er ingen Grund til at tvivle om, at det kunde lykkes uden Udlandets Hjælp at fremstille Kohærere, der er lige saa fintfølende som Marconis, thi det viste sig jo paa 1 km, at vi gik under hans Minimums-Traadlængde.

Ved den første Forsøgsrække og ved Begyndelsen af den anden (indtil 10. April 1899) fungerede undertegnede som Afsender og daværende Telegrafist V. B. Kragh som Modtager. Ved de senere Forsøg fungerede Telegrafist H. P. Jensen som Afsender og undertegnede som Modtager.

København, 20 Juni 1899

C. E. Krarup ,
tekn. Aspirant.

Til

Telegrafdirektøren.