



Försvarets Historiska Telesamlingar
Armén



2005-05-10

Ljudmätutrustning 1920 - 1980

Kjell-Erik Lindgren

A05/03



Utgåva 10 maj 2005

Ljudmätutrustningar i Armén

Ett dokumentationsuppdrag från FHT

Innehållsförteckning

1. Inledning
2. Allmänt om ljudmätning för arméns behov
 - 2.1 Reglementariska grunder
3. Ljudmätning
 - 3.1 Principer för ljudmätning
 - 3.2 Faktorer som påverkar beräkningarna
 - 3.3 Mätmetoder
4. Ljudmätutrustningar
 - 4.1 Ljudmätapparatur m/29 (FM/22)
 - 4.2 Ljudmätutrustning m/49
 - 4.3 Ljudmätutrustning 4
 - 4.4 Ljudmätutrustning 5
 - 4.5 Ljudmätutrustning 6
5. Ljudmätning genomtiderna (1739-1987)
6. Bildbilaga
 - 6.1 Ljudmätapparatur m/29 (FM/22)
 - 6.2 Ljudmätutrustning 4
 - 6.3 Ljudmätutrustning 5
 - 6.4 Ljudmätutrustning 6
 - 6.5 Tysk tidig ljudmätutrustning
7. Källförteckning m.m.
 - 7.1 Utdrag ur Artilleritidskrift 1919-1987
 - 7.2 Dokumentationsunderlag från krigsarkivet

1. Inledning

Undertecknad fick år 2003 uppdrag från FHT (Försvarets Historiska Telesamlingar) att dokumentera ljudmätutrustningar som har utgått ur Armén. Jag fick uppdraget på grund av ett tidigare uppdrag avseende radarmateriel i Armén. Eftersom jag saknar bakgrund från artilleriet, visade det sig svårt att hitta källor för att kunna genomföra uppdraget. Personal som sysslat med äldre ljudmätutrustning finns ej längre kvar. Ljudmätning var dessutom en ganska smal sektor vilket visade sig när man började söka i Krigsarkivets milsvida dokumenthyllor.

Enköping 10 maj 2005

Kjell-Erik Lindgren

2. Allmänt om ljudmätning för arméns behov

Ljudmätning, främst för artilleriets underrättelsebehov, synes ha påbörjats redan tidigt. I avsnitt 5 redovisas att redan på 1700-talets mitt försökte man sig på ljudmätning för artilleriets behov. Utrustning synes dock inte tagits fram förrän början av 1900-talet. Den tidigaste framtagna svenska utrustning som gått att spåra är ljudmätapparat m/29 (FM/22). Den beskrivs under avsnitt 4.1.

Först efter andra världskriget synes det svenska försvaret ha fått ett ökat intresse för ljudmätning. Under 1960-70-talen användes ljudmätutrustning 4 och 5. Den förra kallades tung ljudmät och den senare lätt ljudmät. Beteckningarna härrörde från att den tunga var avsedd för mätning mot grövre vapen, artilleripjäser m.m., medan den lätta avsåg granatkastare, pansarvärnsvapen, kulsprutor och eldhandvapen.

2.1 Reglementariska grunder

Artillerireglemente Ljudmätpluton (1969)

Ljudmätpluton bestämmer läget av och biträder vid eldledning mot fiendens artilleri och granatkastare. Den kan också bestämma läget av fältarbeten (sprängskott)

Ljudmätutrustningar ingår organisatoriskt i ljudmätpluton vilken som regel underställs artilleribekämpningschef.

Ljudmätutrustning består av sammanställningsapparat, utvärderingsmateriel, mikrofoner, förvarnarutrustning och signalmateriel.

Beskrivning del 1 (Ljudmätutrustning 5, 1962)

Ljudmätutrustning 5 används för att bestämma läget av punkter från vilka eldgivning utgår (målbestämning). Riktningen till en mynningsknall (främst från granatkastare, pansarvärnsvapen, kulsprutor och eldhandvapen) mäts från två eller tre platser - ljudmätpostställen (ljp). Ljudkällan befinner sig i skärningspunkten mellan de erhållna linjerna.

Varje ljudmätpostställe har tre mikrofoner, utplacerade på bestämda avstånd från varandra. På grund härav når ljudet av mynningsknallen mikrofonerna med vissa tidsskillnader.

Tidsskillnaderna inspelas och av dessa kan man sedan bestämma knallens läge.

Riktningmätningen kan utföras antingen av varje ljudmätpostställe för sig oberoende av övriga postställen - enskild mätning - eller så, att registreringen vid alla ljudmätpostställen manövreras från ett av postställena - samtidig mätning.

Med utrustningen kan man även mäta avståndet mellan ett ljudmätpostställe och en annan punkt med vilken tråd- eller radiosamband finnes.

3.Ljudmätning

3.1 Principer för ljudmätning

Principerna för ljudmätning har sedan länge varit väl kända. Som tidigare nämnts gjordes försök redan på 1700-talet. Eftersom man tidigt kände till ljudets hastighet kunde man med ex. kronometrar (klockor) från olika punkter mäta tiden från att man uppmärksammat ett ljudfenomen ex. en knall. Med geografiskt kända mätpunkter kunde man sedan matematiskt bestämma platsen varifrån ljudet (knallen) kom.

3.2 Faktorer som påverkar beräkningarna

Beskrivningen ovan om ljudmätning är dock starkt förenklad. Ett stort antal faktorer påverkar ljudmätningens resultat. Se Ljudmätinstruktion för Artilleriet 1969. Några exempel kan anges:

- **Lufttemperatur**

Ljudhastigheten påverkas av lufttemperaturen

- **Vind**

För att målet skall utvärderas rätt krävs korrigeringsfaktor för vindens inflytande

- **Reflexion**

Atmosfären är uppdelad i olika skikt med olika temperatur och vindhastighet.

- **Dämpning**

Ljudstyrkan dämpas med avståndet från ljudkällan

- **Terrängen**

Terrängformation kan orsaka eko som förvränger impulserna från mikrofonerna.

3.3 Mätmetoder

Man har använt sig av två metoder

-hyperbelmetoden

-cirkelmetoden

För djupare studier hänvisas till Ljudmätinstruktion för artilleriet 1969

Som framgår av reglementet synes utvärderingsarbetet ha varit omfattande. I bilaga 6.2 visas de mätbord och mätskivor som har använts tillsammans med ljudmätutrustning 4.

Ljudmätutrustningar

4.1 Ljudmätapparatur m/29 (FM/22)

Utdrag ur Beskrivning Ljudmätapparatur m/29 (FM/22)

Kungl. Arméförvaltningens artilleridepartement

Det tidigaste svenska utrustning som tagits fram för armén är ljudmätapparatur m/29 (FM/22). Beteckningen avslöjar att mod 29 utvecklats ur en försöksmodell 1922.

Jag har valt att beskriva mod 29 tämligen noggrant eftersom efterföljande utrustningar bygger på samma princip. Jag har även valt att bibehålla det ålderdomliga språket från beskrivningarna, för att skapa förståelse för den teknik som då var möjlig.

Ljudmätappareturens allmänna anordning

Grunder

Medelst ljudmätappareturen uppmäts tidskillnaden mellan ögonblick, då ljudet från ett skott eller en krevad når fram till olika ljudmätpostställen (Lj.P.). Ljudet uppfångas med hjälp av *mikrofoner*, en på varje Lj.P., och registreras av *oscillografer* på ett löpande pappersband å sammanställningsplatsen (Spl.)

Ljudvågorna framkalla då de träffa en mikrofon förändringar i en av en lokal strömkälla matad primärströmkrets, i vilken mikrofonen är inkopplad. I en *transformator* (å Lj.P.)

induceras, på grund av variationerna i den primära strömkretsen, ström i en sekundär strömkrets, i vilken är inkopplad en oscillograf (å Spl.).

Ljudmätapparaturen, särskilt dess mikrofoner och transformatorer, är konstruerade för att mottaga och omsätta de långa ljudvågor (med långa periodtal), som alstras av skott. Den är därför ej känslig för t.ex. talets korta ljudvågor.

Oscillograferna (å Spl.) ligga var och en med sin penna lätt an mot det löpande pappersbandet, vilket överdrages med sot, varuti pennorna under bandets rörelse lämna spår. Spåren bliva rätlinjiga, då pennorna är i vila. Då ljud från skott träffar en mikrofon, gör motsvarande Oscillografpenne ett utslag, varigenom den räta spårlinjen bryts med ett "knyck". En *kronograf*, som (elektriskt) åverkar en mot det mot det sotade pappersbandet anligande penna, registrerar tiden var eller var femtedels sekund. Härigenom erhålls en tidsskala, medelst vilken man kan mäta tid.

Principschema för ljudmätapparaturen framgår av fig. 1. **Bildbilagan 6.1**

Anordningar å Lj.P. (Ljudmätplats)

Kopplingen av de olika elektriska tillbehör, som å Lj.P. äro erforderliga för ljudmätning: *Mikrofon, strömkälla, transformator, jordledning*, sammanföras å en *kopplingslåda*, på vilken även *ljudmätlinjen* inkopplas. Vidare kopplas via kopplingslådan på en av ljudmätlinjens ledningar en *telefonapparat* för samtal med Spl. (För telefonapparaten anordnas särskild jordledning.)

Ljudmätlinjen är i regel dubbelledning. Enkelledning kan dock i nödfall användas. För att kopplingslådan snabbt må kunna ordnas (omkopplas) för övergång mellan dubbel- och enkelledning, finnes i densamma en *ledningskombinator*.

I den strömkretsen hålles under mätning strömstyrkan i regel mellan 50 och 100 milliampere. Det är nödvändigt att hushålla med det elektriska batteriets i den nämnda strömkretsen energi. Strömmen får därför vara sluten endast under perioder, då mätning skall äga rum. Finnes personal å Lj.P., kan densamma därstädes sluta eller bryta primärkretsen medelst en *propp* och ett *kopplingsjack*. Slutning och brytning kan även ske medelst ett *relä* i kopplingslådan. Reläet manövreras från Spl., genom att en elektrisk ström av viss styrka och i för brytning och slutning var för sig bestämd riktning utsänds på ljudmätlinjen till Lj.P.

Personal å Lj.P kan under pågående ljudmätning framkalla en karaktäristisksvängning, kallas "top" hos vederbörlig oscillograf, medelst tryckning å en härför avsedd knapp, vilken utlöser verkan av en elektrisk anordning i kopplingslådan. Åtgärden kallas att "slå top" och verkställes för att fästa uppmärksamhet å Spl. På visst skott, som synes personalen å Lj.P böra närmare studeras.

Anordningar å Spl.(Sammanställningsplatsen)

Samtliga ljudmätlinjer, som erfordras för viss ljudmätning, inkopplas i ett *kopplingsbord*. För varje sålunda ingående linje finns i kopplingsbordet: *strömförstärkning, ledningskombinatorer* (motsvarande ledningskombinator i Lj.P.), *förkopplingsmotstånd* m.m. Vidare finns en kontakt, över vilken telefonering med samtliga Lj.P kan ske, samt en *reläomställningsanordning*, medelst vilken reläström kan utsändas samtidigt till olika Lj.P.

Ström från Lj.P leds via kopplingsbordet till vederbörlig *oscillograf*. Då ljudmätlinjens motstånd är högt (större än 800 ohm) eller då skott, givande mycket svag knall, skall inmätas, inkopplas mellan kopplingsbordet och oscillografen en *förstärkare*, medelst vilken verkan av strömpulsarna i sekundärkretsen förstoras. Förstärkningsgraden kan inom vissa gränser varieras.

Oscillograferna uppbäras av ett *stativ*, vars fotplatta även uppbär *bandhjul* och *dragverk*. Bandhjulet drives av dragverket och giver i sin tur pappersbandet, vilket löper omkring detsamma, dess rörelse. Oscillografernas pennor och den penna, som registrerar den förutnämnda tidsskalan, ligga an mot den på bandhjulet befintliga delen av papperet. För att anläggningen skall göras lätt, finnas ställ- och balanseringsanordningar.

Papperet, som ligger upprullat å och frammatas från en bandtrumma, passerar, innan det når bandhjulet, en där det sotas på ena sidan.

Papperets bredd, 50 mm. , tillåter icke, att alla pennspetsarna rita i jämbredd med varandra utan risk, att de under sina svängningar stöta ihop. De äro därför förskjutna i förhållande till varandra i papperets rörelseriktning. En tidsskillnad, "tidsdifferens", som erhålles genom att tidsskalan avläses mellan två oscillografers registreringar för samma skott, måste korrigeras för den längd, omsatt i tidsmått medelst tidsskalan, "initialdifferensen", som den ena pennan är förskjuten i förhållande till den andra.

Registrering av pennornas initialläge "dekalering", sker, då pappersbandet är stilla, för hand, eller under gång medelst manipulerande av omkastaren för reläomställning i kopplingsbordet.

Sotet fixeras å pappersbandet, för att registreringsremssorna bekvämt skola hanteras utan att skriften utplånas. Fixering sker medelst en fixermangel eller medelst fixersprit.

Beskrivning av ingående materiel

Undertecknad har här endast tagit med de delar som varit viktiga ur funktionssynpunkt, alternativt tekniskt intressanta. Vissa avsnitt har dessutom tagits med för att beskriva komplexiteten vid användandet. Vid nästan varje rubrik ingick en punkt "Iordningställande för ljudmätning", jag har bara tagit med något exempel för att åskådliggöra funktion eller komplexitet

Mikrofon mod/29

Mikrofonen var tillverkad med ett ytterhölje av ek och bestod av resonanscyliuder, solidback, membran, fästing och 12 muttrar.

LM Ericssons stjärnmikrofon av standardtyp där membranet är utbytt mot ett 0,3 mm tjockt membran av mässing.

Oscillografen

Två modeller användes fm/22 och m/29. Dessa bestod i huvudsak av en elektromagnet och en vid denna fastgjord penna. (Den strömstöt som vid mätning alstras i mikrofonen går via kopplingslåda, kopplingsbort fram till oscillografen som gör ett utslag.)

Pennor

Stiftets pennor äro i regel av stål, ca 75 mm långa och 2 mm breda. De kunna i nödfall göras av celluloid och utklippas då ur celluloidblad.

Iordningställande för ljudmätning

(Förenklat utdrag)

- Pennor fastsättes i erforderligt antal oscillografer.
- Ljudmätlinjerna inkopplas via kopplingsbordet och förstärkarna på oscillograferna Sett mot papperets rörelseriktning sker inkoppling så att den längst till höger sittande oscillografen sammankopplas med den längst till höger varande Lj.P, den närmast till vänster sittande oscillografen med den närmast till vänster varande Lj.P. o.s.v.
- Varje registrerande systemmikrofon- oscillograf prövas medelst handklappning, framför

Kronograf

Kronografen bestod av ett urverk som vid uppdragning gick 6 timmar. Största tillåtna fel 2-3 sekunder per timme.

Signal Deprez

Signal Deprez var en registreringsapparat. Den användes seriekopplat med kronografen och ritade upp en tidsskurva, tidsskalan.

Kopplingslåda mod/29

Ingående delar: Kopplingskruvar för inkoppling av telefon, mikrofon, transformator, mikrofonbatterier (Hellesens), säkringar, milliamperemätare.

Kopplingsbord

Kopplingsbordet bestod av i en trälåda infäst isolitskiva å vilka bl.a. följande anordningar äro monterade:

- Fem linjeaggregat (Elektriska strömvägar)
- Säkringsplint med försäkringsrör
- Ledningskombinator
- Omkastare för telefonering (Märkt T)
- Skjutreostat 2100 Ohm
- Reläomställningsanordning tillika linjeprovninganordning med skjutreostat 4200 Ohm, milliampéremätare (Graham Brothers), säkringspropp samt kontaktskruvar för respektive jordledning och åskledning.

Samtliga de å kopplingsbordet monterade elektriska anordningarna voro för användning åtkomliga från isolitskivans översida.

Sotaggregat mod/29

Sotaggregatet bestod av sotapparat, gastub med tryckregulator samt slang.

Sotapparaten bestod av basplatta, ställning för vattenbehållare, två konsoler för avlöpande registreringspapper, rulle för påmatning registreringspapper, två sotande enkla brännare, av gasackumulatortyp (Av ungefär samma typ som användes i velocipedlyktor) Brännarhållaren försedd med fästen, slangsockel och gaskran, samt skjutbar sotlucka.

Vattenbehållaren skall tjäna som kylare. Rullens friktion mot lagret kan avpassas med hjälp av en lagerskruv med stoppmutter. Sotluckans ena hälft är urtagen för sotlågan. Den i gastuben inpressade och i aceton lösta gasen är acetylen-dissousgas

Iordningställande för ljudmätning

Sotapparaten uppställdes 15 cm lägre än stativet med sin rulle riktad från detta och väl inrättad på stativets bandhjul, så att pappersbandet kan löpa genom sotapparaten och över bandhjulet utan att brytas i sidled. Slangen skjutes över slangsockeln. Vattenbehållaren fylles till något över hälften med vatten. Brännarbehållaren och brännaren inställdes i ett sådant läge att sotlågan kan svärta bandet utan att bränna.

Fixermangeln

En i trä och mässing tillverkat stativ försett med två valsar som med en vev kunde bringas i rörelse. Iordningställande för fixering:

Med åtdragningskruvar gavs valsarna sådant tryck mot varandra så att pappersbandet drogs mellan valsarna. Sotet och förekommande skrift fixerades därvid utan att något utplånades eller att papperet krossades. Ovanstående krävde en noggrann intrimning. Valsarna fick med jämna mellanrum rengöras med hjälp av bensin och en träpinne.

Citat ur beskrivningen "*Ljudmätningens resultat är till stor del beroende på fixermangeln skötsel och vård.*"

Strömkällor

Strömkälla till förstärkaren :

- Anodbatteri ackumulator om 100 (150) Volt
- Glödströmsbatteri ackumulator om 5 Volt

Förstärkare mod/29

Fem självständiga förstärkaraggregat ingick, vart och ett bestående av en tvårörsförstärkare. Varje sådant aggregat var avsett att inkopplas till en ljudmätlinje.

I beskrivningen redovisades i detalj förstärkarens funktion. Hur glödströmmen frigör elektroner som dras till den positiva anoden och regleras av gallrets spänning. På en helsida får man en förnämlig repetition av elektronrörsförstärkaren.(Författarens anmärkning)

Iordningställande för ljudmätning:

Erforderligt antal elektronrör fastsattes i förstärkaren!!! Egen anmärkning

- Strömkällor inkopplades.
- Samtliga omkastare ställdes på från.
- Varje förstärkaraggregat inkopplades till aktuell ljudmätlinje och oscillograf.

Mikrofonens känslighet prövades sedan genom att omkastarna ställdes på ett eller två rör samt att glödströmsreostaten vreds till lämpligt läge !!! Egen anmärkning

Användningstid m.m. avseende ljudmätutrustning m/29

Det har inte varit möjligt att spåra hur länge man kunnat nyttja ljudmätutrustning m/29.

Man får därför anta att vår beredskap ansågs vara god, och att man fick nöja sig med ovan beskriven utrustning fram till 1960-talet

4.2 Ljudmätutrustning m/49

Muntliga källor har berättat att man bl. a i Boden på A 8, på 1950-talet hade försök med en utrustning som kallades ljudmätutrustning mod/49. Utrustningen påstods vara av samma typ som USA använde i Korea. Det värnpliktiga förbandet som skulle använda utrustningen bestod i huvudsak av högskoleingenjörer. Funktionen hos utrustningen var mycket bristfällig. Regementschefen lär vid flera tillfällen ha skämts för att ha så dålig materiel att sätta i händerna på de värnpliktiga. Fortsatt forskning avseende m/49 har inte givit några resultat. Man kan antaga att m/49 var någon form av föreutgåva av GR-8. (Se ljudmät 4)

4.3 Ljudmätutrustning 4

De första spåren som gått att finna avseende ljudmätutrustning 4, har återfunnits i en arméförvaltningsskrivelse. Skrivelsen daterades 16 maj 1966 EA/5391 var ställd till Överste CG Ståhl vid Svenska ambassaden i Washington. I skrivelsen refereras till att man i krigsorg skall ha två ljudmätplutoner /undkompani i stället för en. Man vill anskaffa ytterligare 11 ljudmätutrustningar mod GR-8, och önskar arméattachéns hjälp med att påskynda beställningen. Man refererar till den tidigare beställning som IA(Inköpsavd.) gjort den **7 juli 1958**. Den första beställningen avsåg 12 st kompletta GR-8.(D.v.s. ljudmätutrustning 4)

KAF/EA Radarbyrå kunde sedermera redovisa att ingen nyanskaffning av ljudmät 4 var möjlig. Intresset för ljudmätutrustningar var stort under 1960-talets mitt och framåt. Erfarenheter från kriget visade på att ljudmätning var ett effektivt medel. I ett protokoll från Ast/Art 10 jan 1966 redovisas ett stort antal handlingsvägar man önskade gå för att förbättra materielläget.

Många kloka män från KAF, AST, Artförband var kallade till mötet.. Man var bl.a. intresserad av att anskaffa en österrikisk utrustning, men prisläget ansågs för högt.

Då i likhet med senare år hindrade även ett inköpsstopp. Många protokoll och möten följde, men vi fick alltså nöja oss med endast 12 utrustningar av typ GR-8 /Ljudmät 4.

Gissningsvis kunde man börja använda ljudmätutrustning 4 redan under 1959.

Följande handlingar har kunnat forskas fram kring hantering av ljudmätutrustning 4:

- SignS (Signalskolan) utgav 23 november 1959 ett PM för handhavande av GR-8
- SignS utgav 17 augusti 1960 en provisorisk beskrivning för Ljudmät 4
- KAF kom med ett Preliminärt satskort för ljudmätutrustning 4/S i april 1968
- FMV fastställde satslista ljudmätutrustning 4/S 1969-07-01

Någon fastställd beskrivning har inte kunnat återfinnas. Eftersom principerna kring ljudmätutrustningar är likartade tar jag endast huvuddragen och avvikelser jämfört med tidigare beskriven utrustning. Texten är tagen ur ovannämnd provisoriska beskrivning

Användning

Ljudmätutrustning GR-8 är utformad för att uppfatta ljudet från artillerield eller brisader och registrera skillnaden i tid mellan ljudvågornas ankomst till högst sex mikrofonplatser.

Mikrofonerna kunna placeras så att de bilda olika geometriska figurer (linje, båge, triangel eller oregelbundet) med ett mellanrum mellan varje enskild mikrofon om högst 2000 yards (En yard ca 0,9 m) En eller två förvarnarpostställen grupperas framför ljudmätpostlinjen, på så stort avstånd att ljudet uppfattas så tidigt att ljudmätapparaturen hinner startas innan samma ljudvåg når mikrofonerna.

Materiel

Här beskriver jag endast den viktigare materielen

1. Mikrofoner upp till 6 st
2. Omformar- Tidsgivarenhet
3. Skrivare med papper
4. Stämgaflöj, Tidmotorn

Mikrofonen T-23

Mikrofonen T-23 är en kombinerad varmtrådmikrofon, förstärkare och akustiskt filter. Mikrofonen och dess förstärkare är inneslutna i en cylindrisk stålbehållare vilken samtidigt utgör en del av det elektriska filtret. Som mikrofonelement tjänstgör en varmtrådsenhet placerad i skiljeväggen i behållaren. Mikrofonen försörjs av ett 90 V ! batteri.

Varmtrådsenheten, som kräver 9 V, består av två identiska lindningar av nickelband, som tillsammans med transformatorns två primärlindningar, bildar en elektrisk brygga.

En enrörstörstärkare används för att förstärka upp signalerna.

I runda hål i marken med 45 cm djup och ungefär 30 cm diameter, nedsänks mikrofonerna. Mikrofonerna upphängs och får ingenstans ligga i kontakt med marken.

Omformar- Tidsgivarenhet

Omformaren matas med 12 V spänning från batteriet. Vid drift omformas batterispänningen i vibratoromformare till de högre spänningar som erfordras för de sex mikrofonerna, de inre förstärkarna (kräver anodspänning på 250 V) samt tidmarkerings- och registerpennorna.

Skrivare med papper

Primäruppgiften för skrivaren är att på registreringspapper registrera de signaler som mottagas från de sex mikrofonerna, vilka i sin tur mottaga ljudvågor från mynningsknallar,

och omvandla dessa till elektriska signaler. Registreringen tillgår så att tunna svarta linjer bränns på registreringspapperets översida. Bränning av papperets ytskikt sker genom elektriskt överslag mellan registreringspennornas spetsar och den jordade metalligeln som papperet matas över. Skrivaren består av följande komponenter: Pennenhet, matarmotor för registreringsgrupper, anordning för pappersbyte, siffer- och stämpelverk, känsligt relä och ett antal kondensatorer. Var och en av de sex förstärkarna är monterad på en stötdämpare.

Registreringspapperet (Uppgavs vara väldigt dyrt, författarens anm.) är elektriskt ledande (teledetos) och har en bredd av 83 mm och en längd av 53 m. Specialbeläggningsen på skrivsidan undergår en bestående färgförändring på varje punkt där ett elektriskt genomslag ägt rum.

Stämgafln ,Tidmotorn

Ett magnetfält byggs upp med en spole vilket påverkar en stämgafl med frekvens 100 svängningar per sekund. Batteriströmmen driver stämgafln ,och även en tidmotor som har varvtalet 10 varv per sekund. Med hjälp av en kontakt vid stämgafln kan man sluta strömkretsen till skrivarens tidmarkeringspenna för 1/100 sekunds markering. En klack på tidmotorns axel styr en brytare vilket möjliggör styrning av tidmarkeringspenna 1/10 dels sekund.

En nedväxling 1:10 från motoraxeln medger sedan styrning av sekundmarkering. Denna styr en stämpelvals som roterar och trycker sekundsiffror på registreringsremsan.

Texten i ovanstående materielbeskrivning är tagen ur en Provisorisk beskrivning för Ljudmätutrustning 4 utgiven av Sign S (Signalskolan) 17 augusti 1960.

Bilder på materielen enligt bildbilaga 6.2

Det har inte varit möjligt att återfinna fastställda beskrivningar på ljudmät 4. Kanske på grund av återkommande modifieringar. Ljudmät 4 genomgick ett antal modifieringar, bl.a. år 1979. Den modifieringen avsåg ändring av ett förvarningsrelä.

I skrivelse 1981-04-01 Utr. H 503 fastställdes en preliminär taktisk-ekonomisk målsättning för modifierad ljudmätutrustning 4. Den skulle ligga till grund för projekteringsarbete vid industrin. Motivet till den större modifieringen var att ljudmät 4 då var mer än 30 år, och uppfyllde inte kraven på modern ljudmätutrustning

Under sommaren 1981 genomfördes vid Art SS en serie försök.(FMV 82-02-17 A:V H M83) Försöken avsåg dels försök med olika mikrofontyper dels det nya systemets flerskottskapacitet. Samt ett räckviddsprov. Försöken föll väl ut.

I skrivelse 1982-09-14 Fö H 503 redovisas ett försök med Ljudmät 4 som genomförts under augusti vid Art SS. Försöken avsåg utvärdering av nuvarande räckvidds och noggrannhetskrav. Försökens resultat påvisade att huvuddelen av PTTEM krav uppfylldes ej. Fortsatta försök föreslogs ske under 1983. FMV fick i uppdrag undersöka möjligheterna att införa förbättringar främst avseende mätnoggrannheten . Handlingar från 1983 är ännu (november 2004) inte levererade till krigsarkivet, utan finns vid FMV. Sekretess m.m. har medfört att forskning om ljudmät 4 avslutas i och med 1982. Som framgår i kommande avsnitt hade man redan 1975 börjat skissa på en efterträdare till ljudmät 4. Efterträdaren ljudmät 6 kom i drift i mitten på 1980-talet.

4.4 Ljudmätutrustning 5

Kort historik

Enligt källor från "A 3" (Vpl. plutonchef Åke Moberg) fanns utrustningen på det regementet redan i slutet på 1950- talet. Den var inköpt från USA och hade där beteckningen GR-6-A. En provisorisk beskrivning Ljudmätutrustning 5 utgavs från SignS/El (signalskolan) 611001. En fastställd Beskrivning del 1 (S 669) utgavs av Arméförvaltningen 1962. Eftersom utrustningen var avsedd endast för lättare vapen kallades den ibland "Lätt ljudmätutrustning" till skillnad från Ljudmät 4 som benämndes den tunga. Tillförlitligheten på materielen var låg och den försvann tidigt från regementet. (A 3) Bedömningsvis var den i bruk i Armén delar av 1960- talet, innan den utgick.

Allmänt

Beskrivning del 1 anger:

Ljudmätutrustning 5 används för att bestämma läget av punkter från vilka eldgivning utgår. (målbestämning). Riktning till en mynningsknall (främst från granatkastare, pansarvärnsvapen, kulsprutor och eldhandvapen) mäts från två eller tre platser- ljudmätpostställen (ljp). Ljudkällan befinner sig i skärningspunkten mellan de olika riktningarna.

Varje ljudmätpostställe har tre mikrofoner, utplacerade på bestämda avstånd från varandra. På grund härav når ljudet av mynningsknallen mikrofonerna med vissa tidsskillnader. Med hjälp av inspelningsapparaten, som registrerar tidsskillnaderna på stålband kan man bestämma knallens läge.

Riktningmätning kan utföras antingen av varje ljudmätpostställe för sig oberoende av övriga postställen - enskild mätning - eller så, att registreringsapparaterna vid alla ljudmätpostställena manövreras från ett av postställena - samtidig mätning.

Med utrustningen kan man även mäta avståndet mellan ett ljudmätpostställe och en annan punkt med vilken tråd eller radiosamband finns.

Utrustningen är bärbar och uppdelad i en- eller tvåmansbördor. Väskor och lådor med bärplanering underlättar transport och skyddar materielen.

Tekniska data

Räckvidd	1800-3500 m
Driftspänning	5,6-6,3 V likspänning
Effektbehov	4,2 A 30-33 W
Antal förstärkarkanaler	3 vardera med tre rör
Fasskillnad	Mindre än 0,2 millisekunder mellan två kanaler

Konstruktion

Ljudmätutrustningen består av följande huvuddelar. (Se bildbilaga 6.3 sid. 1)

- apparatväska med registreringsapparat
- två batterilådor vardera med en 6 V blyackumulator
- kabelväska med bl.a. tre mikrofoner och diverse kablar
- tillbehörslåda med reservdelar och verktyg samt viss materiel för tråd- och radioförbindelse

Materiel

Registreringsapparat

Registreringsapparaten består av inspelningsmekanism, tre mikrofonförstärkare, en hörtelefonförstärkare, en oscillator för raderspänning, ett katodstrålerör, manöver och kontrollorgan samt anslutningsanordningar. Manöver och kontrollorganen samt anslutningsanordningarna sitter på manöverpanelen, övriga delar på en apparatstomme, som skyddas av två U- formade plåtar (apparathöljet). **Se bildbilaga 6.3 sid. 1**

Manöverpanel

Manöverpanelen består av Räkneverk, Katodstrålerör (Bildskärm), Manöveromkopplare (för inspelning respektive avspelning samt stopp, i läge stopp kan man manuellt med avsökarratten röra inspelat band för hand). En mikrofonomkopplare där man bl.a. vid avspelning kan jämföra ev. fasskillnad (d.v.s. tidskillnad mellan olika mikrofoninspelningar, alltså olika avstånd till knallens utgångsläge). Jämförelsen visas på bildskärmen och kan avlyssnas i hörtelefonerna. (Se bildbilaga 6.3 sid. 1)

Anslutningspanel

På anslutningspanelen sitter anslutningsdon för in- och utgående kablar samt ytterligare manöverorgan. **Se bildbilaga 6.3 sid. 2**

Mikrofoner ,Tillbehör m.m.

Fyra dynamiska mikrofoner ingår.(En i reserv).I tillbehören ingår hörtelefoner, kopplingsdosa för anslutning av Ra 105, kablar m.m.

Funktion

Inspelning

Vid inspelning(Se bildbilaga 6.3 sid. 2)står manöveromkopplaren i lägre REC. De tre signalerna från mikrofonerna förs in på var sin förstärkare. De sålunda förstärkta signalerna går sedan över manöveromkopplaren via transformatorerna för att inspelas på stålband på var sitt spelhuvud.. En fjärde förstärkare, hörtelefonförstärkaren utnyttjas vid avlyssning av signalerna i hörtelefonerna.

De över mikrofonerna inspelade signalerna kan identifieras genom att ytterligare ett spelhuvud, summersignalhuvudet, spelar in en karaktäristisk summersignal på bandet.

Avspelning

De inspelade signalerna kan avspelas på två sätt. Dels automatiskt i läge RUN eller manuellt i läge STOP. På manöverpanelens andra omkastare kan man välja att jämföra inspelad knall mellan olika mikrofoner.

Föreligger ingen fasskillnad mellan två avspelade signaler, d.v.s. ljudet har nått de båda mikrofonerna samtidigt ,erhålls en rät linje på bildskärmen. Om däremot fasskillnad föreligger, d.v.s. om ljudet har nått mikrofonerna vid olika tidpunkter erhålls en öppen figur på skärmen.

Man kan lägga de båda signalerna i fas genom att med omställare i räkneverket förskjuta inspelningshuvudet längs inspelningsbandet. Förskjutningens storlek är ett mått på tidskillnaden.

Jämförelsen görs i läge STOP, varvid man rör bandet för hand.

Man så har då fått fram tiden , har på karta platsen för ljudmätpostställena och man vet ljudhastigheten. Man kan då med matematiska metoder bestämma läget av punkter varifrån eldgivning utgår.

Gruppering

Bildbilaga 6.3 sid. 3 visar materielen uppkopplad med tråd- respektive radiosamband.

4.5 Ljudmätutrustning 6

FMV hade vid forskningstidpunkten ej överlämnat "nyare" skrivelser till krigsarkivet.. Underlag avseende Ljudmätutrustning 6 fanns fortfarande kvar vid FMV sekretessbelagt och svåråtkomligt. Ljudmät 6 beskrives därför enbart översiktligt.

AB TELEPLAN fick 1975 ett uppdrag av FMV att skissera ett nytt ljudmätsystem, där framförallt presentation av registrering skulle vara ett nytänkande.

Funktion skulle i stort vara:

- Inspelning av information från ljudmätpostställena kontinuerligt pågående på två bandspelare
- Personal vid manöverenheten avlyssnande förvarnarmikrofonen. Bedömdes en signal värd analys stoppas ena bandspelaren. Detta måste ske inom 1-2 sekunder.
- Den andra bandspelaren fortsätter bevakningen. Den stoppade bandspelaren skulle användas för analys .Roterande huvud på spelaren gör att bandet skall kunna analyseras stillastående.
- En 1000 Hz ton inspelad på bandspelarens sjunde kanal används för tidsmarkering och tidmätning.
- På en bilddisplay väljer man ut punkter som tidsreferenser. Man väljer en som utgångspunkt och nollställer ett räkneverk. Med ljuspenna pekar man på övriga registreringar och erhåller en tidskillnad i millisekunder.

Vad som hände med ovanstående projekt har inte gått att forska fram. FMV gav dock ett nytt uppdrag 1982 till Teleprodukter AB (Sedermera SATT Teleprodukter).Uppdraget innebar att företaget skulle ta fram ett modernt ljudmätsystem.

Kravet på ljudmätsystemet var bl.a. följande:

- Tillgänglighet 0,90 (0,95) under 90 dygn
- Driftprofil drift 17 timmar/dygn
vila 6 timmar/dygn
transport 1 timme/dygn
- MTBF (Tid mellan fel) 400 (600) timmar
- MTTR (Reptid) 1 timme (90 % av felen inom 2 timmar)

Bild på materielen se 6.4

Artilleritidskrift 1987 B-G Olsson

B-G Olsson skriver följande i Artilleritidskrift om resultatet av produkten som då kommit i bruk :

Ljudmätsystem 6 är ett helt unikt system. Ett nytänkande i kombination med moderna mikroprocessorer har skapat förutsättningar att dels kunna uppfatta ljudkällor på större avstånd än tidigare samt att dels snabbare kunna analysera och presentera inmätbara ljudkällor.

Metoden innebär, liksom tidigare, att man mäter skillnader i ankomsttiderna av en ljudfront från en eller flera ljudkällor med hjälp av ett antal noggrant lägesbestämda mikrofoner. Denna tidsskillnad ger en, för varje mikrofonpar, tänkbar lokalisering av ljudkällorna längs en hyperbel. Genom att göra beräkningar från samtliga mikrofonpars kombinationer erhålls ett antal hyperblar i vilkas skärningspunkt ljudkällan ligger.

Korektion för väderpåverkan måste liksom tidigare ske, för att få korrekt lägesbestämning.

Materiel

Den nya ljudmätutrustningens väsentligaste delar är en beräkningsenhet, nio st mikrofoner samt kabel för anslutning till dessa. Dessutom kommer att finnas ett provdon för att kunna kontrollera mikrofoner och mikrofonlinjerna. Beräkningsenheten är förberedd för att kunna sända och ta emot data via TR 8000. Mikrofonerna är s.k. kondensatormikrofoner, som kan läggas direkt på marken. De behöver ej grävas ner eller skyddas på annat sätt. Utrustningen förbereds även för att kunna fordonsmonteras.

Funktion

Systemet arbetar interaktivt med operatören via ett tangentbord, grafiska bildskärm och printer. Vid uppstartning inmatas uppgifter om rätt tid, mikrofonplatser, väderdata samt ev. begränsning av mätområdet.

När eldgivningen börjar (inom mätområdet) sker beräkningen automatiskt (någon förvarnare behövs ej) och måldata presenteras på printerremsa och på bildskärm. Måldata och ändringskommandon (vid eldreglering) vidaresänds automatiskt efter godkännande av operatör via TR 8000.

Utrustningen kan låsas över förprogrammerade mätområden (max 5) alt kan mätområden uteslutas. På detta sätt kan man lättare bevaka vissa viktiga områden utan at bli störd av oväsentliga mål.

Mikrofonerna grupperas i stort enligt tidigare metod, d.v.s. i en linje, vinkelrät mot aktuellt mätområde, men med ett större djup på ca 1-2 km. Man kan också gruppera helt oregelbundet. Principiellt går det att mäta horisonten runt. Mätmässigt gäller dock att utrustningen mäter ca 1,5- 2,5 ggr basbredden. Basbredden bör ej överstiga ca 8 km.

Dåligt väder i form av snö, dimma, regn förhindrar inte artillerilokalisering, men däremot kan hård och byig vind avsevärt försämra resultatet.

Mätnoggrannheten påverkas främst av hur väl mikrofonerna mäts in samt att rätt väderdata inmatas. Om detta är tillfyllest kan en noggrannhet på 1 % av mätavståndet intill 10 km respektive 2 % av mätavståndet intill 20 km förväntas. Om korrektion mot säkert lägesbestämda mål kunnat ske är motsvarande siffror 0,5 respektive 1 %.

För att kunna uppnå denna noggrannhet på rimlig tid, pågår för närvarande utveckling av en positionsbestämningsutrustning, som skall monteras i ett fordon.

Positionsbestämningsgruppen, som skall betjäna denna utrustning, ingår organisatoriskt i samma kompani som ljudmätplutonen. Plutonen har dessutom tillförts en fältmätgrupp.

När det gäller väderinformation pågår fortsatta studier för at om möjligt ansluta en mast med vädergivare direkt i beräkningsenheten och på så sätt direkt kunna göra korrektion för vädret. (Utrustningen är förberedd för denna anslutning).

Ljudmätutrustning 6 är ett väl avvägt och bra ljudmätsystem vars främsta egenskaper är:

- Goda mätegenskaper
- Helt passiv
- Automatisk
- Flerskottskapacitet
- Enkel att hantera
- Resistent mot utstörning
- EMP-skyddad

Utbildning

Ljudmätplutonerna har i decennier utbildats centralt vid A 4. De senaste åren har utbildningen skett i en fältnära organisation. Härvid har respektive pluton genomgått en Ljudmätkurs vid A 4 för att sedan återgå till respektive förband.

Efterhand som befälsutbildning kan genomföras och ny ljudmätutrustning levereras avses utbildningen fortsättningsvis ske i egen regi vid respektive artilleriregementen.

Organisation i stort

Ljudmätpluton (28 man)

C

Stf C (tillika C utvärderingsgrp)

Fältmätgrupp (6)

Linjegrupp (12)

Utvärderingsgrupp (9)

Framtid

Hur framtiden kommer att se ut är svårt att sia om. Tankar och idéer har framförts om att öka effekten genom att

- införa radioöverföring av ljudinformation i stället för via tråd.
- Tillföra skotrar för att underlätta utbyggnad samt bandvagn för utvärderingsgruppen.(gäller främst övre Norrland)

Detta skulle medföra snabbare grupperingstid samt möjlighet att längre kunna verka i en bas. Radioöverföringen skulle medföra en del nackdelar som t ex. att batterier måste finnas vid varje mikrofon, vilket i sin tur skulle innebära , att mikrofonen måste besökas ofta för batteribyte. Nu sker all strömförsörjning via fältkabeln från beräkningsenheten. Det skulle även bli problem med störningar av radioöverföringen. Detta kan kanske i en framtid lösas med annan teknik, troppfrekvenser (menar författaren hoppfrekvenser ? egen anmärkning.) En annan sak är att ett system med radioöverföring inte längre är passivt utan går att spåra.

Slutord

Äntligen får vi en utrustning som vi länge väntat på. Nu kvarstår dock at vi lär oss att hantera den rätt och ej har någon övertro till tekniken. Det krävs fortfarande att man använder "sunt förstånd" vid gruppering och mätning.

5 Ljudmätning genom tiderna (1739-1987) i kronologisk ordning

(Källor: Artilleritidskrift 1919-1987 samt dokumentation från A9 bibliotek. Se avsnitt 7)

1741 Jonas Meldercreutz - svenska ljudmätningens fader.

Mellan idé och dess praktiska utförande kan ofta ligga en lång tidsrymd. Gamla idéer ha ofta inte kunnat förverkligas förrän i modern tid, då tekniken skapat möjlighet för idéens utförande i praktiken. Det finns ånga exempel härpå inom militärteknikens område. Raketvapnets idé är gammal men idéens utveckling kunde ske först i modern tid. Ytterligare exempel finnes bl.a. nedanstående.

Jonas Meldercreutz, militäringenjör och matematiker, levde under åren 1715 till 1785. Han blev kapten vid fortifikationen 1746 och professor i "matematium inferiorum" i Uppsala 1751-1771. Meldercreutz deltog i franska astronomers gradmätningsexpedition till Lappland 1736 och anses som föregångsman för Norrlands uppodling.

Bland hans vetenskapliga arbeten märks. *Om längders mätning genom dåns hjälp*. Verket finns infört i Kungl. Svenska Vetenskapsakademins handlingar juli, augusti samt september 1739 I detta arbete påvisar han möjligheten att med kännedom om ljudets hastighet dels beräkna längders storlek, dels beräkna knallkällors läge. Han redovisar även metoder för det praktiska arbetet. En sammanfattning av arbetet enligt nedan.

Meldercreuts räknade med en hastighet på ljudet med 586 $\frac{2}{5}$ svenska alnar per sekund. Detta motsvarar 350,8 m/sek. Numera räknar man med att ljudet vid + 15 grader C, normal fukt o lufttryck samt vindstilla har en hastighet av 340,2 m/sek. Meldercreutz bortsåg emellertid icke från nödvändigheten att korrigera ljudets hastighet med hänsyn till atmosfärintflytelser. Han påpekar nämligen, att den ljudhastighet, man skall räkna med, är den, som är rådande i "samma slags luft", i vilken mätningen utföres.

Meldercreuts föreslog följande metod.

Mellan ljudmätpostställena skulle helst vara fri sikt. På ett av postställena skulle finnas "jämnfulla timglas" med kvicksilver. Av Meldercreutz figurer att döma hade han tänkt sig tre postställen och man behövde således två timglas. Det postställe (spl) där timglasen fanns måste vara placerat så, att ljudet från en knallkälla, som man avsåg att mäta in, först kom till detta postställe.

När ljudet från en pjäs eller mina nådde nämnda postställe (spl) öppnades kranarna till timglasen och kvicksilvret fick rinna ut i ett kärl. Ljudets ankomst till de övriga postställena markerades med flagghissning, om sikten till spl medgav detta och i annat fall med raketer. Härvid stängdes kranen på det timglas, vars postställe hade markerat ljudets ankomst. Skillnaden i vikt mellan det kvicksilver, som fanns från början i timglaset och det, som hunnit rinna ut, gav efter omräkning den eftersträfvade tidsskillnaden. Omräkningen skedde genom jämförelse med, det kvantum kvicksilver, som rinner ut under en viss given tid., av ett pendelur. Vikten omräknades till tid och Meldercreuts säger, att härigenom kunde man få med flera decimaler på tidsskillnaderna än om man mätt dem med vanliga urverk, där man genom knäppande mäter tiden.

I princip föreligger ingen skillnad mellan dåtida och moderna metoder. (Anm. Källan från 1949)

Fördelen med ljudmätning är enligt Meldercreutz att man kan fastställa läget av "batterier där stycken och mörsare lossas, av posteringar och andra ställen, därifrån vaktrop eller annat då hör", utan att själv behöva se de föremål, vilkas läge man skall fastställa. Häri ligger ju den stora betydelsen av ljudmätningen i modern tid, då de fiendliga batterierna sällan kunna fastställas genom markobservation, och fienden sällan torde medgiva ett metodiskt och ostört utforskande från luften.

Det har inte lyckats att i svensk krigshistoria finna exempel på att Meldercreutz metod för ljudmätning kommit till praktisk användning.

Enligt allmän uppfattning är ljudmätning en under första världskriget uppfunnen mätmetod, genom vilken en ljudkällas läge kan bestämmas. Har Meldercreuts någon gång prövat sin metod, så vederlägger han genom sitt arbete 1739 vår tids uppfattning om ljudmätningens historia. Jonas Meldercreutz kan därför kallas svensk ljudmättnings fader.

Sten-Olle Tegmo i Artillertidskrift 1944 nr 6

Tysk ljudmätutrustning från 1917

Det tidigaste hittade dokumentet avseende en framtagen ljudmätutrustning återfanns i A 9 bibliotek i Kristinehamn. Dokumentet daterat 1917 benämns "Das Artillerie Messverfahren , Nor für den Dienstgebrauch". Dokumentet hade från Tånga hed överförts till A 9. I dokumentet beskrivs utförligt funktionen, (På tyska), samt visar bilder på mätapparaturen..

Se bildbilaga 6.5.

Tyskarna liksom fransmännen hade tidigt kommit långt avseende ljudmätning. Man kan gissa att den ljudmätutrustning m/29 jag beskrivit haft tysk ljudmätning som förebild.

Artillertidskrift 1919 Knut Gyllenstjärna

Gyllenstjärna beskriver i artikeln om hur främst tyskar och fransmän använde ljudmätutrustningar , organiserat i särskilda ljudmätningstrupper, under första världskriget. Han nämner som exempel beskjutningen av Paris. Man mätte in, (ljudmätning), tre tyska 21 cm kanoner. Oskadliggjorde direkt en kanon ,den andra hann tyskarna flytta, den tredje exploderade av sig själv.

Organisationerna för dessa mättrupper ha växlat men i huvudsak bestått av ljudmätningssavd. och planmätningssavd. Oftast sammanförda i artillerimätningsskompanier.

Både ljud och planmätningssavd. Har utfört sina mätningar på karta med noga inmätta mätpostställen, de förra utvärderingar med hjälp av mynningsknallen, de senare med ledning av eld och rökfänomen. Gyllenstjärna beskriver vidare problemen med ljudmätning avseende atmosfär och terrängpåverkan, samt att mätningen måste ske från noggrant inmätta punkter. Det senare gör att verksamheten måste tänkas förlagd till fästnings och ställningskrigets lugnare förhållanden.

Gyllenstjärna avslutar med att beskriva sommarens försök med artillerimätavdelningen,(ljud och planmätning) på Skillingaryd.

Mätfelen varierade i sida mellan 35-100m samt i längd mellan 80-110m.

Artillertidskrift 1923 Ragnar Lindblad

Ragnar Lindblad skriver i artikeln om "Mätspridning vid ljudmätning, därav betingade grunder för skjutning med ljudmätobservation samt för mätposternas inbördes placering". Artikeln refereras ej här. Intresserade kan via källförteckning hitta dokumentet för studium.

Artillertidskrift 1925 Ragnar Lindblad

Ragnar Lindblad fortsätter i en artikel från 1925 att redovisa vikten av ljudmätförband.

Eftersom flygspaning var en konkurrerande metod redovisade han flygspaningens problem. Regn, dimma, snö, åska, samt storm kunde uppgå till 70 % av årets dagar. Dessa dagar kunde inte flygspaning ske.

Lindblad redovisar vidare framförallt Frankrikes goda erfarenheter från första världskriget. Han påpekar dock mätmetodens begränsning avseende kaliber. Klenare projektiler än 10,5 cm anger för klena knallar för att kunna mätas in.

Lindblad sammanfattar:

Ljudmätning kan på kort tid etableras och är då , redan utan varje geodetisk inmätning, ett värdefullt hjälpmedel för målspaning och eldreglering mot fientligt artilleri. Det synes vidare vara möjligt att med en i regel kort tids förberedelse dvs. efter endast en förenklad geodetisk inmätning av ljudmätpostställena, åstadkomma sådan noggrannhet i målbestämningen, att med ljudmätning lägesbestämda mål kunna bekämpas utan inskjutning mot målet, ehuru, särskilt på långa avstånd, med uppoffrande av en tämligen stor ammunitionsmängd.

Artilleritidskrift 1925

(Ljudmätning i Italien)

På skjutfältet i Bracciano har man gjort försök med *en provisorisk ljudmätningssätt för eldreglering* under svåra observationsförhållanden. Man mäter med hjälp av tersur "ljutiden", d.v.s. tidsintervallen mellan skottlossningsfenomenet vid egen pjäs och projektilens krevad. Om man kan observera ett skott, kan mängenom att jämföra ljutiderna för detta observerbara skott bestämma de senare skottens *tecken* i förhållande till det förra. Man kan även få en uppfattning av *måttavvikelsena* genom att med hjälp av skjuttabellen söka de skottviddsändringar i skjuttiderna, som svara mot ändringar i skjuttiderna lika med de observerade differenserna i ljutiderna. De erhållna mätfelen lära uppgått till 40- 50 m. med användande av tersur, avläsbart på 1/5 sekund.

Artilleritidskrift 1928 Seth Wassberg

Olika metoder för utkonstruktion av målläget vid ljudmätning

Vid artillerimätskolan, artilleriets skjutskola och A 6 hava under 1928 vissa försök utförts avseende jämförelse mellan olika metoder för utkonstruktion av målläget vid ljudmätning. Wassberg beskriver olika metoder för och nackdelar. Han redovisar bl. a. att av de beskrivna metoderna var tangentmetoden den snabbaste. Vad gällde noggrannhet var däremot asymptotmetoden att föredra.

Artilleritidskrift 1931 Silas Karlstedt

Baslängder och baskombinationer

Under mellankrigstiden synes stor kraft ha satsats på att förfina beräkningsmetodiken vid ljudmätning. I artikeln har Silas Karlstedt mätningarnas beroende av olika baslängder och baskombinationer.

Artilleritidskrift 1933

Statistik beträffande ljudmätning år 1932 vid Artilleriets skjutskola samt A6 och A8.

Artikeln redovisar resultat av ljudmätning och storleken av uppmätta fel. Det visade sig att resultaten var sämre än 1931. Man drar härav slutsatsen. "Det synes vara av stor vikt att ljudmätning under flera år i följd ledes av samma officer, då denna tjänst torde kräva långvarig praktik för att rätt kunna handhavas". Artikeln avslutas med att redovisa sannolika fel på 41,8 m respektive 41,4 m för A6 respektive A8.

Artilleritidskrift 1941 Ingvar Lagerqvist

Utvärderingsapparat för ljudmätning

Ljudmätning är en genialisk metod för lägesbestämning av fiendens artilleri och, enär den är oberoende av ljus och siktförhållande, ett nödvändigt komplement till övriga underrättelseorgan. Under förutsättning av vindstilla och likformig temperatur samt jämn terräng, skulle målläget kunna utkonstrueras exakt. Då dessa förhållande aldrig äro rådande och variationerna dessutom icke kunna helt överblickas och bemästras, blir ljudmätningens förnämsta uppgift att inrikta mera exakta underrättelseorgan mot för målspaning intressant terräng. För att erhålla goda resultat av detta samarbete fordras oavvisligen, att ljudmätningens ungefärliga målbestämning kan utföras snabbt. Det ligger även i sakens natur, att ju exaktare målbestämningsresultat som kan lämnas av ljudmätförbanden, desto större äro chanserna att kunna bekämpa målet, antingen efter annan målspaning eller genom beskjutning av viss yta, inom vilken målet måste finnas. Denna yta, liksom erforderlig ammunitionens insats, minskas givetvis i proportion till målbestämningens noggrannhet. Till målbestämning bör man då även räkna medelst ljudmätning bestämt läge av egna brisader.

De nuvarande metoderna, att på numerisk väg utkonstruera målläget, äro synnerligen besvärliga och tidskrävande.

Lagerqvist beskriver här den komplicerade metoden med utkonstruktion. Han ger därefter förslag om att en speciell linjal tas fram, och beskriver hur man använder den. Som avslutning av sin artikel fortsätter han. Det vore intressant att få en dylik apparat tillverkat och utprovad. Särskild apparat bör göras för skalan 1:10 000 och en särskild för skala 1: 20 000, så att inställningsfel undvikas. Att dimensionera apparaten och göra den tillräckligt styv och utan glapp, utan att den samtidigt blir för tjock och tung, torde ej möta större svårigheter.

Artilleritidskrift 1944 Sten-Olle Tegmo

Tegmo skriver i artikeln om Jonas Meldercreutz, det som jag redovisat ovan.

Artilleritidskrift 1949 Sten-Olle Tegmo

Ljudmätning under andra världskriget

Sten-Olle Tegmo har i en uppsats redovisat ljudmätning under andra världskriget. Jag redovisar här en del av materialet

Vid planläggningen av taktiska operationer ville man med minutiös noggrannhet fastställa fiendliga batterier och granatkastarlägen. Motivet var solklart. Statistik visade att 50 % av sårskador kom från granatprojektiler. De medel som i regel stod till förfogande var:

Flygbilder, flygspaning, ballongspaning, ljusmätning, ljudmätning och radar. Uppgifter om vilka som var effektivast, växla men man får uppfattningen, att alla äro nödvändiga. Tegmo har enligt en mängd rapporter avseende ljudmätförbanden funnit, att dessa under andra världskriget, varit till ovärderlig hjälp.

Ljudmättropparnas uppgifter förutom att lokalisera fiendliga batterier och granatkastarställningar även biträda vid eldreglering. Det sistnämnda gav övertygande goda resultat, speciellt vid operationer i svåröverskådlig terräng. Rättliggande eld erhöles genom eldöverflyttning från ett antal dagligen kontrollskjutna ljudmät-upt.

Inskjutning mot av ljudmätförband uppmätta mål, ha givit sådana genomsnittsresultat, att man på allierad sida ansåg, ljudmätförbanden mycket värdefulla.

Den vid krigets början använda materielen överensstämde i stort med vad Sverige då disponerade. Man torde dock redan från krigets början ha använt trådlös överföring (Radio) mellan ljudmätpunkt och sambandsplats.

Artilleritidskrift 1955 Ulf Mosseén

Ljudmätning i Korea

I januarinumret av *The Journal of the Royal Artillery* återges vissa erfarenheter av ljudmätning i Korea av major K.F. Stott. Erfarenheterna gjordes vid ett kårmbatteri (divisional locating battery) bestående av stab, en ljudmättropp och en radartropp. Ljudmättroppen bestod av tre avdelningar, vilka vardera upprättade och betjänade en kortbas. Radartroppen hade två avdelningar om vardera två radarapparater avsedda för lägesbestämning av främst granatkastarpjäspplatser. Ljudmättroppen och radartroppen kompletterade varandra och grupperades inom fördelningen.

Kortbasen ordnades på följande sätt:

Varje bas valdes omkring 1500 yards (en yard= 0,9144 m) bakom infanteriets främsta avdelningar och bestod av fyra mikrofoner. Dessa, som inmättes, grupperades om möjligt i rät linje med varandra och med en lucka av 300-700 yards.

En lyssnarpost grupperades så, att han uppfattade alla mynningsknallar etc. inom basens hörområde åtminstone en sekund före mikrofonerna ; hans postställe blev vanligtvis omkring 1000 yards framför basen.

Lägesbestämningen skedde på följande sätt:

När lyssnarposten hörde exempelvis en mynningsknall, startades registreringsapparaturen i basen genom fjärrmanövrering eller genom radioorder. Registreringsmätaren åstadkom nu automatisk en film visandetidpunkten då ljudvågen nådde de olika mikrofonerna. Med hjälp av de ur filmen avlästa tidsdifferenserna och med tillägg av atmosfärkorrektioner erhöll man slutligen målets läge genom avskärning på ettsärskilt mätbord.

Mosseén fortsätter i sin redovisning att klargöra hur stabsplats, fältmätning ,eldledning samt signalförbindelserna var organiserade.

Artilleritidskrift 1971 Stig Milldahl

I *Jarbuch der Wehrtechnik*, Folge 5 finns en artikel om ljudmätning, som förtjänar att uppmärksammas.

Ljudmätning mot artilleri har fått särskild stor betydelse sedan tillkomsten av krut med svag mynningsblyxt gjort ljusmätning svårare. Väl maskerade pjäser förråder sig i dag huvudsakligen genom mynningsknallarna. En fördel med ljudmätningen är att den är ettpassivt medel, som ej kan iakttagas av fienden.

Ljudmätning användes redan i första världskriget och tekniken förbättrades under mellankrigstiden. Ljudmätförbanden i andra världskriget disponerade väsentligt bättre materiel.

I dag arbetas ytterligare på att förbättra tekniken (större noggrannhet och snabbhet samt automation).

I princip grupperas ungefär 6 mikrofoner på ca 10 km bredd och med två förvarnare. Tråd eller radioförbindelser kan användas.

Räckvidden kan anses vara ungefär 1,5 gånger basbredden.

Mikrofoner kan vara av skilda typer med olika fysikaliska egenskaper. Vanligast är kol-, varmtråds- och kondensatormikrofoner. Kolmikrofonernas frekvensområde ligger normalt mellan 200-4000 Hz . Med särskilda åtgärder kan nedre gränsen nedbringas till ungefär 10 Hz. Räckvidden är ungefär 20, högst 30 km. Varmtrådsmikrofonens frekvensområde ligger ungefär mellan 0-100 Hz. Mikrofonen är lämplig för mätning på mycket långa håll. Den är ej lämplig för att särskilja mynnings och bogvågsknallar. Kondensatormikrofonerna har stort frekvensområde, ungefär 1- 20 000 Hz, och är frekvens och amplitudtrogna.

Registreringsapparaten måste medge en frekvens och amplitudtrogen mottagning av mikrofonspänningar inom området 3-300 Hz för att medge särskiljning av de tre typer av knallar, mynningsknall, bogvåg och brisad.

Elektronstråleosillografer medger frekvenstrogen registrering. Nackdelen gentemot mekaniska skrivare är att film måste framkallas, vilket innebär tidsförlust. Man begagnar även

elektromagnetiska oscillografer med direktskrivare (bläck eller bränning). Magnetisk inspelning på band förekommer också.

Avläsning av remsor vid starkeldverksamhet är en svår uppgift och kräver intensiv utbildning. Vid livlig eldverksamhet är det nödvändigt att utvärderaren kan särskilja ljudspektra från olika pjäser för att riktigt kunna samordna knallarna. Härför erfordras förutom frekvenstrogen apparatur stor erfarenhet. Analyser av knallspektra kan leda till slutsatser rörande kaliber, laddning, eldrörlängd och pjästyp.

Noggrannheten vid ljudmätning påverkas bl.a. av höjdskillnader mellan mål och mikrofoner, byig vind och skiftande temperatur. För att korrigera atmosfärflytelser måste vind- och temperaturmätningar göras, ibland upp till ungefär 3000 m. Vid användningen av "sound to sound" -metoden (lika remsor för målet och egna brisader) kan atmosfärflytelser försummas.

Vid utvärdering av mätplan används minst fyra men vanligen sex postställen. Man använder sig av hyperblernas tangenter, sekantter eller asymptoter, varigenom man spar tid. Man eftersträvar emellertid att komma fram till någon form av automatisk utvärdering.

Ljudmätning kan även utföras med "kortbas". Härvid kan exempelvis tre mikrofoner grupperas i en likbent, rätvinklig triangel.

Ljudmätning har trots vissa inskränkningar vid ogynnsamma atmosfärförhållanden visat sig synnerligen tillförlitlig. Vid automatisk utvärdering kan prestanda ytterligare förbättras. Dock gör de snabbt skiftande atmosfärförhållandena att det kan bli svårt att komma under ett fel av 1 % av mätavståndet.

Viktigast är att bestämma och nedkämpa fiendens tunga artilleri eftersom förlusterna genom artillerield är utomordentligt stora.

Detta bevisas bl.a. av statistik från 1. Och 3. Amerikanska arméerna på den europeiska krigsskådeplatsen åren 1944 och 1945. Statistikan grundar sig på 217000 sårade som överlevde. Enligt denna statistik vållades 63,4% av förlusterna av artilleri och granatkastare. Förlusterna genom infanterivapen ("small arms") var 24,6 %. Enligt statistik från kriget i Nordafrika uppgick förlusterna genom artilleri och granatkastare till 75 %.

Förbättring av materiel och metoder för bestämning av artilleriets mynningsknallar är därför en lönande uppgift, särskilt som under natt och dimma ljudmätning praktiskt taget är det enda användbara underlättelseorganet mot flackbanepjäser.

Artilleritidskrift 1976 Ove Fahlén

Ljudmätsystem under och efter andra världskriget

Artikeln i artilleritidskrift är ett sammandrag av enskilt utredningsarbete vid Militärhögskolan.

Författaren anger i inledning att de erfarenheter han redovisar, belyser främst förhållanden under andra världskriget och då tysk ljudmätning.

Innan kriget började utgavs anvisningar, som visade hur man skulle dela upp ljudmät i en lätt echelong (radio) och en tung echelong (tråd).

Ofta följde chefer inte givna anvisningar utan lät regelmässigt ljudmät ingå i bakre delarna av marschkolonnen. Följden blev naturligtvis att ljudmätförbanden sällan kom till användning och när så skedde tog det oftast alltför lång tid att bli mätberedd. Följdriktigt ansågs därför ljudmät mindre användbart. En tysk artillerichef fördelade sitt ljudmätförband på pjäsbatterier. När sedan motståndaren batterier var grupperade i svåröverskådlig terräng tvingades han reorganisera ljudmätförbandet åter. Ljudmätförbanden fastställde så småningom batteriernas läge men reorganisationen tog sju dagar.

Normalt inmättes mål på 5-12 km avstånd från basen. Oftast erhöles dock 12-15 km räckvidd vid basbredder på 8-10 km, d.v.s. räckvidden var 1,5 X basbredden. Oftast var det inte ljudmätets utan eget artilleris räckvidd som var för kort trots framskjuten gruppering. (gäller ej kanon). Ur krigsdagböcker från Italien (1944) framgår, att tysk radioljudmät utsattes för störsändare, som helt omöjliggjorde mätning. Man övergick då till trådljudmät.

Sammanfattning av erfarenheter ljudmätning.

Fördelar:

Ljudmätsystemet har i strid fastställt fler fientliga batteriplatser än något annat underlättelsemedel *

- Givit en bild av motståndarens artilleriverksamhet
- Påverkat fiendens handlingsfrihet inte bara ur artilleristisk synvinkel.
- Genom sitt oberoende av mörker och nedsatt sikt ofta varit det enda underrättelsemedlet som kunnat mäta in fiendens artilleri bl.a. i kustnära trakter.
- Ryska erfarenheter från anfallsförberedelser okt. 1944 visade bl. a. procent fastställda mål
Ljudmät 47 % Ljus/Foto 17/16 % Eldledare 12 % Flyg 5 %

Nackdelar:

Ljudmätsystemet har i strid varit beroende framförallt vindförhållanden

- I betäckt och kuperad terräng fordrat lång förberedelse- och grupperingstid, framförallt vad gäller trådljudmät.
- Med andra världskrigets materiel varit begränsad till mätning mot haubits och kanon och endast under mycket gynnsamma omständigheter mot granatkastare och alls ej mot salvpjäser
- Varit sårbart för vad gäller trådljudmät fientlig artillerield och bombning, vad gäller radioljudmät fientlig störning.

Artikeln (skriven 1976) avslutas med att ge en inblick i vilka utrustningar som Sverige och vissa övriga länder disponerar

England:

Sedan 1971 används en ny ljudmätutrustning framtagen av The Plessey Company Limited England. Radiolänk och tråd används som överföringsmetod. Varje division disponerar som regel en ljudmätpluton.

Västtyskland:

1972 infördes en ny ljudmätutrustning, "Die Schallmessaanlage 064". I artilleriregementets underrättelsebataljon finns ett ljudmätbatteri.

Ryssland:

Ljudmätutrustningen SChZ-6M, är i stort sett samma utrustning som med stor framgång användes under andra världskriget. Ryssarna hävdar att 90% av alla lägesbestämda granatkastare och artilleripjäser togs av ljudmätförband.

Sverige:

(Anmärkning , Här beskriver författaren ljudmätutrustning 4 , se avsnittet om denna.

Nuvarande GR-8 utrustning är gammal. Den är rörbestyckad och har en galvanometerskrivare. Skrivaren kräver dyrt specialpapper, på vilken en nål bränner med hjälp av elström. Mikrofonerna är av varmtrådstyp. Lätt fältkabel, DL 1000, Utvärderingsmaterielen är grafisk och medger vid cirkelmetoden endast mätning till 9 km på grund av materielens utformning. Mikrofonbasernas mittpunkter beräknas med gammal dubbelräknemaskin.

Fahlén beskriver sedan vidare kraven som har ställts på ny ljudmätutrustning (Ljudmät 6) Författaren avslutar artikel med att ange för- och nackdelar med det tilltänkta nya systemet, Ljudmät 6 .Han påpekar att man även i framtiden torde ha behov av artilleribekämpning och bekämpning av mål på djupet. En ny ljudmätutrustning eller t.ex. artilleriradar kan bli relativt dyr men frågan är, om de ur stridsekonomisk synpunkt är för kostsamma.

Artilleritidskrift 1978 Ulf Mosséen

Författaren redovisar delar en tysk bok om Matematiska metoder för ljudmät. Den tyska källan Kurt Nixdorff ger den matematiska grunden för hela ljudmätkomplexet.

Artilleritidskrift 1987 B-G Olsson

Författaren beskriver här den nya ljudmätutrustningen d.v.s. Ljudmätutrustning 6. Redovisas under 4.5

Bilbilaga 6.1

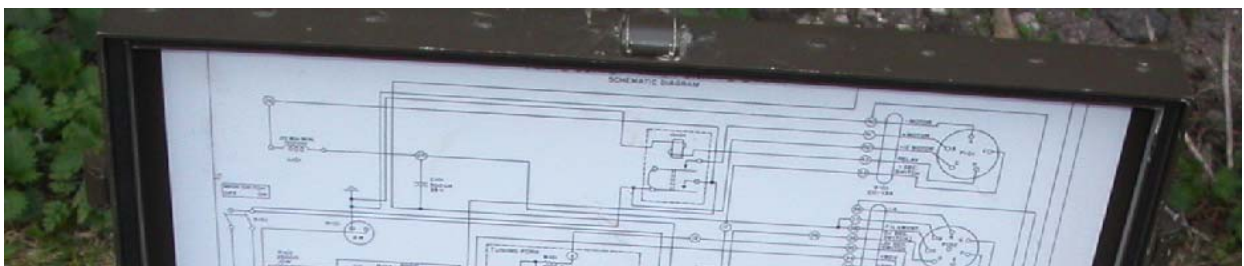
Ljudmätapparatur m/29 (FM/22)



Bildbilaga 6.2 Sid. 1 (7)

Ljudmätutrustning 4

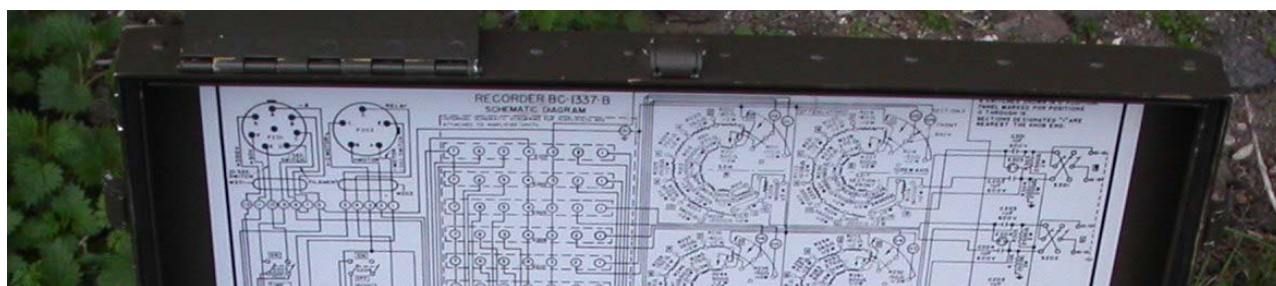
Plate supply - Timer unite PE-244-A



Bildbilaga 6.2 Sid. 2 (7)

Ljudmätutrustning 4

Recorder BC 1337-B



Ljudmätutrustning 4

Tillbehör till ljudmätutrustningen



Provenhet till ljudmätutrustningen



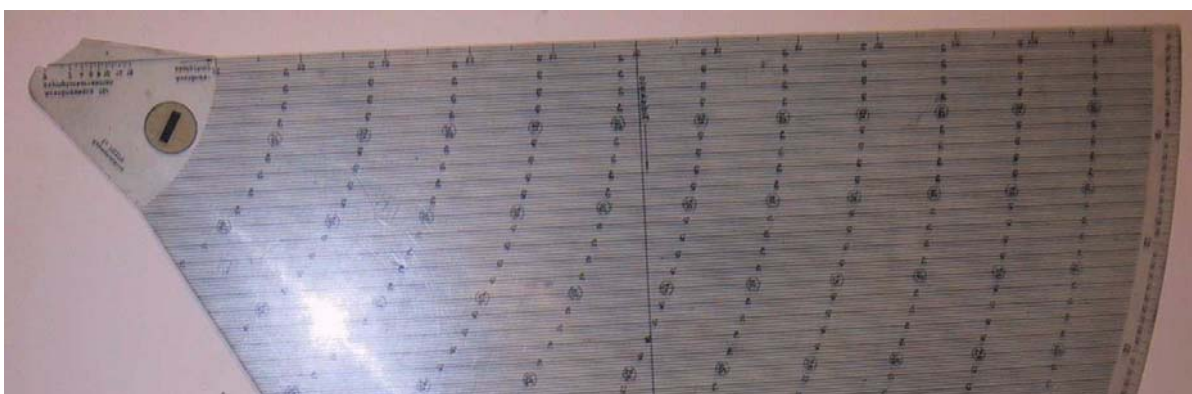
Bildbilaga 6.2 Sid. 4 (7)

Mikrofon tillhörande ljudmätutrustningen



Ljudmätutrustning 4

Mätskiva som användes tillsammans med ljudmätutrustningen



Bildbilaga 6.2 Sid.6 (7)

Ljudmätutrustning 4

Bilden visar mätbord som användes tillsammans med ljudmätutrustningen

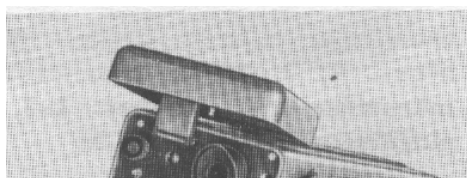
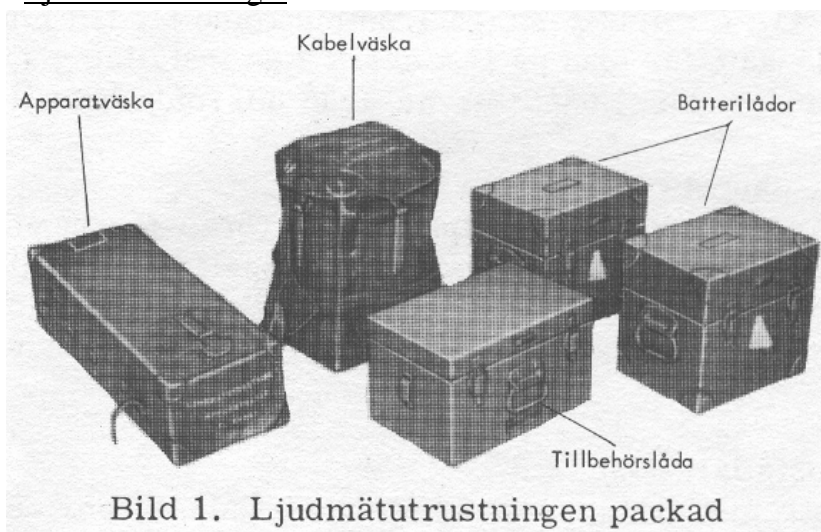


Ljudmätutrustning 4

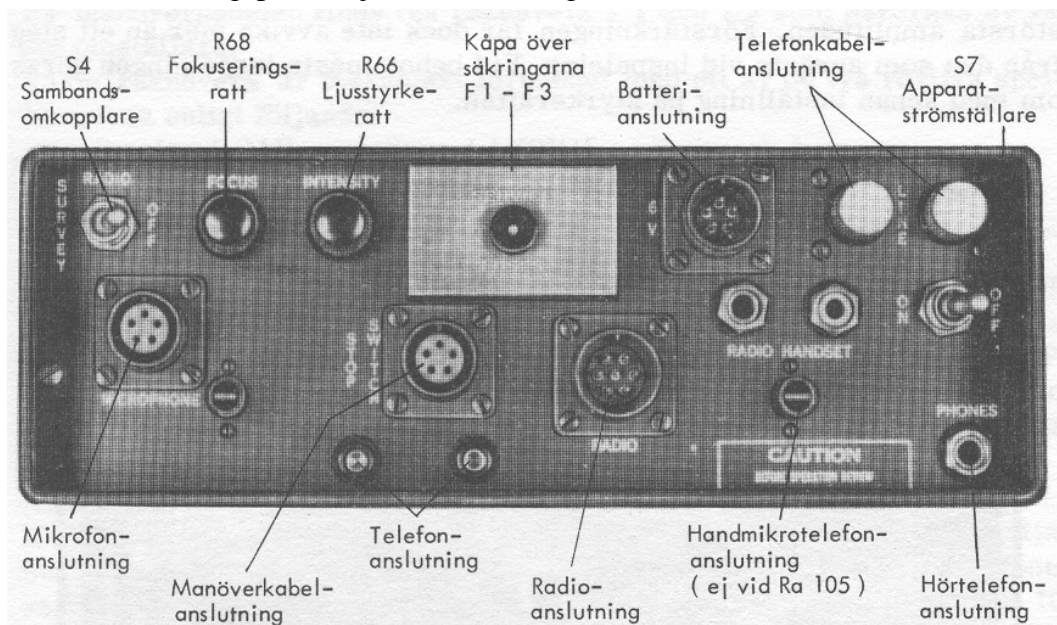
Bilden visar mätbord som användes tillsammans med ljudmätutrustningen



Ljudmätutrustning 5

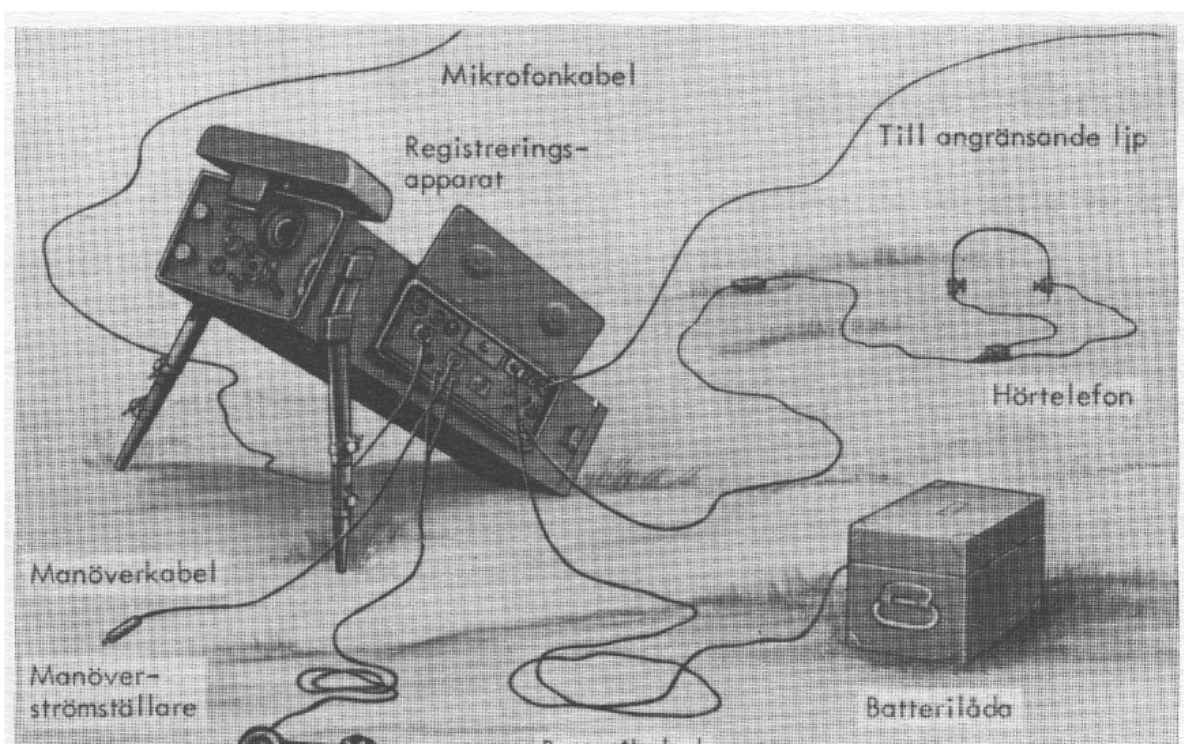


Anslutningspanel Ljudmätutrustning 5



Ljudmätutrustning 5

Bildbilaga 6.3
Sid. 3 (3)

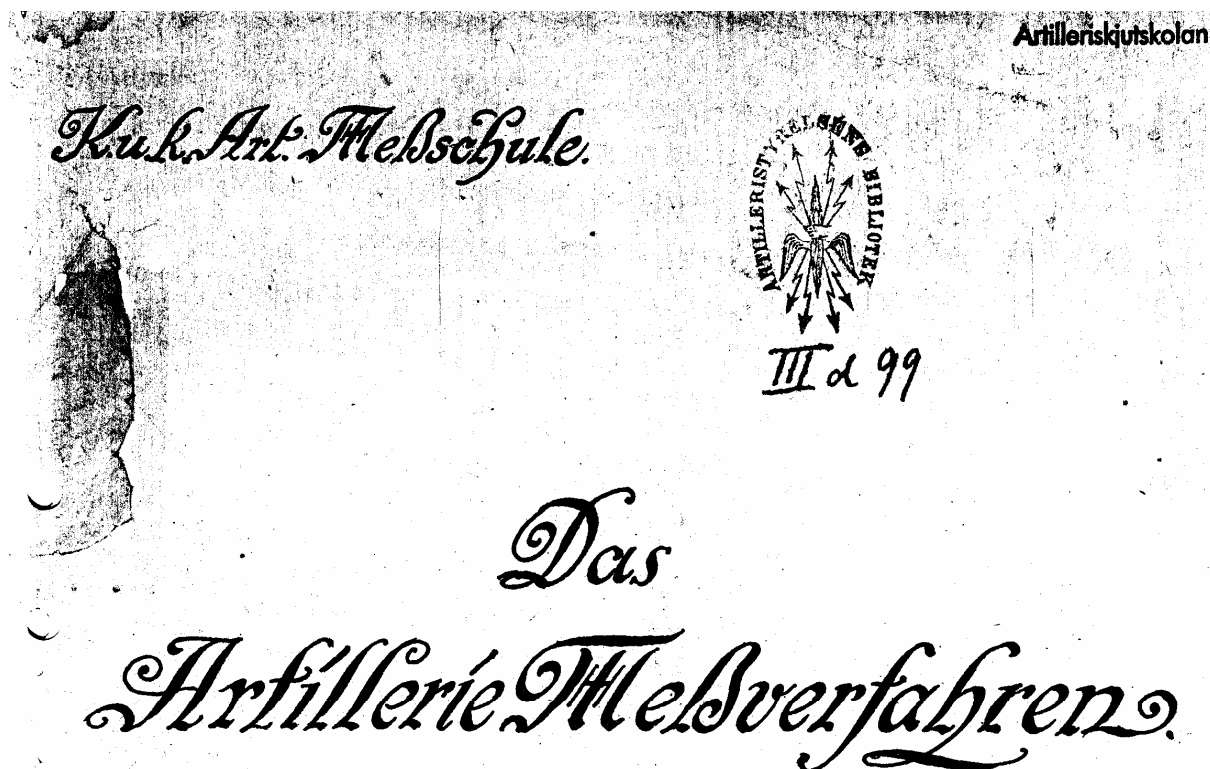


Bildbilaga 6.4

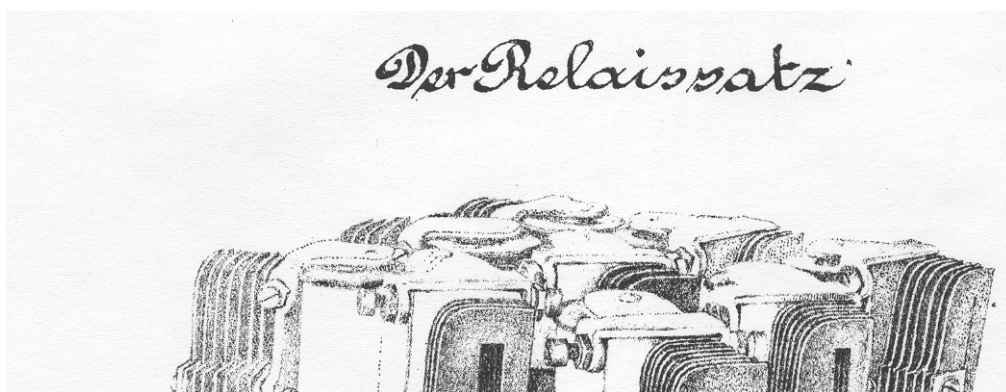
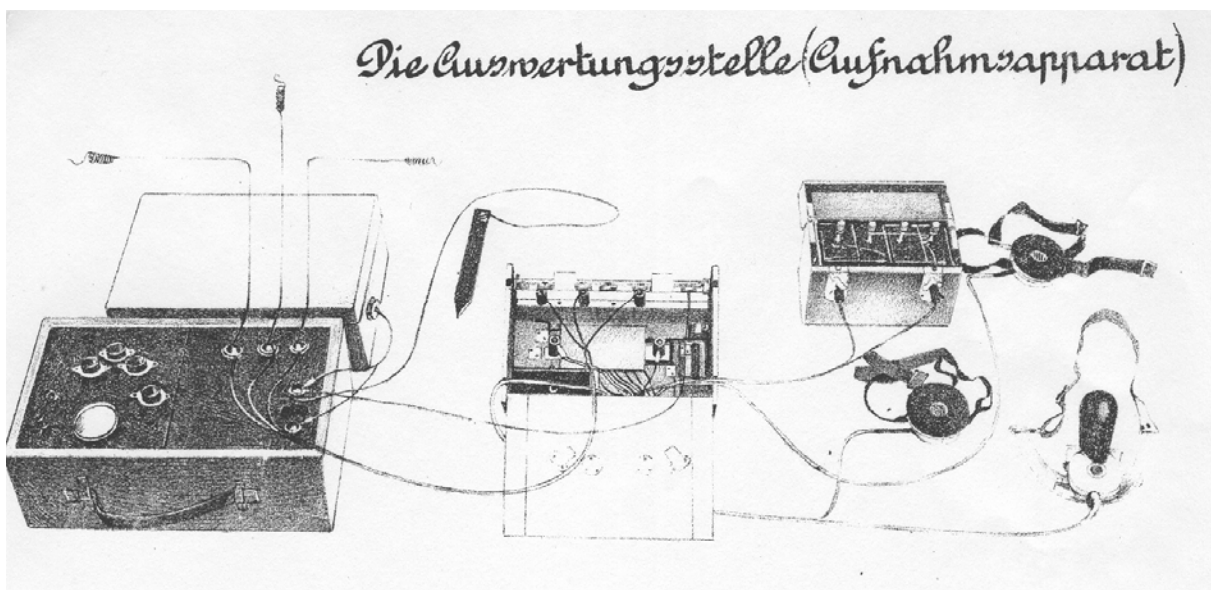


Tysk ljudmätutrustning från 1917

Bildbilaga 6.5 Sid. 1



Ett urval av materielbilder från den tyska utrustningen



7. Källor m.m.

Regementet A 9

Stort tack till regementet A 9 som hjälpt mig med allt underlag om ljudmätning som gick att hitta i Artilleritidskrift. Artklarna med innehåll och söksystem framgår av punkten **7.1**

Krigsarkivet

Under min forskning vid krigsarkivet har jag i huvudsak ägnat mig åt perioden 1954-1982. Vissa handlingar (åren 1971-1982) var fortfarande sekretessbelagda. Ett särskilt tillstånd erfordrades. Krigsarkivet har därför i två skrivelser givit tillåtelse:

2003-12-15 nr 43-2003/2675 samt 2004-04-13 nr43-2003/2675.

I bifogade dokumentationsunderlag **7.2** har använda underlag markerats med **fet stil**.

Öppna publikationer som varit underlag för forskning vid krigsarkivet:

- Beskrivning Ljudmätapparatur mod/29 (FM/22)
- Ljudmätutrustning 5 Beskrivning del 1

Övriga underlag som jag använt mig av

Stort tack till Jan Adsten Miloverkstad Östersund, B-G Olsson och övriga officerare ur A4 som varit till stor hjälp. Från Adstens handlingar har jag använt följande dokument avseende ljudmätutrustning 4

- SignS (Signalskolan) utgav 23 november 1959 ett PM för handhavande av GR-8
- SignS utgav 17 augusti 1960 en provisorisk beskrivning för Ljudmät 4
- KAF kom med ett Preliminärt satskort för ljudmätutrustning 4/S i april 1968

FMV fastställde satslista ljudmätutrustning 4/S 1969-07-01. För ljudmätutrustning 5 hade Adsten en provisorisk beskrivning som utgavs från SignS/El (signalskolan) 611001. En fastställd Beskrivning del 1 (S 669) utgavs av Arméförvaltningen 1962.

Adstens handlingar har överlämnats till "A 3" Kristianstad

Ljudmätmateriel sparad i dag (2005)

I Östersund ("A4") en st Ljudmätutrustning 4

I Kristianstad ("A3") en st Ljudmätutrustning 4

I Kristianstad ("A3") en st Ljudmätutrustning 6

Sekretess

Krigsarkivet har i skrivelse 2005-02-17 Beteckning 43-2003/2675 granskat min dokumentation.

I skrivelsen anges att dokumentet på intet sätt strider emot sekretesslagen, och att handlingen i det avseende får publiceras.

7.1 Källor

Artilleritidskrift

1919-1987

Underlag hämtat

Från A 9 Bibliotek

Innehåll i

stort:

Artiklar om ljudmätning

Uppslag	Innehåll	Författare	År/Årg./Häfte/Sida
1	Ljudmätning	Knut Gyllenstjärna	48/ 1919 /3/95
2	Betingelser Ljudmätning	Ragnar Lindblad	52/ 1923 /6/309
3	Ljudmätningens användarbarhet rörligt	Ragnar Lindblad	54/ 1925 /2/90
4	Italienska försök ljudmätning		54/ 1925 /6/202
5	Metoder, mållägesberäkningar ljudmätning	Seth Wassberg	57/ 1928 /6/194
6	Synpunkter ljudmätning	Silas Karlstedt	60/ 1931 /1/72
7	Statistik Ljudmätning vid Art SS A6 och A 8		62/ 1933 /Sv art/25
8	Utvärderingsapparat för ljudmätning	Ingvar Lagerqvist	70/ 1941 /5/234
9	Om ljudmätningens fader Jonas Meldercreutz 1741	Sten-Olle Tegmo	73/ 1944 /6/315
10	Ljudmätning under andra världskriget	Sten-Olle Tegmo	78/ 1949 /3/102
11	Ljudmätning i Korea	Ulf Mosseén	84/ 1955 /4/152
12	Ljudmätning	Stig Milldahl	100/ 1971 /6/165

13	Ljudmätsystem under och efter andra världskriget	Ove Fahlén	105/1976/3/73
14	Bokanmälan (Nixdorff:Matematische Methoden der Schallortung in der Atmosphäre) D.v.s. Matematiska metoder för ljudmät.	Ulf Mosseén	107/1978/4/113
15	Ljudmätning	Bo (B-G) Olsson	116/1987/4/141
16	Äldsta funna dokumentation avseende tillverkad ljudmätutrustning hittat på A 9 bibliotek <i>DAS Artillerie Messferfaren</i>	<i>K.ukArt.Mess-Schule III d 99</i>	1917

7.2 Dokumentationsunderlag från krigsarkivet sökande ljudmät

Underlag ur pärm H266 KATF Seriesign F I

Uppslag 8 Elektroavd.

Cent

År	Volym	Saknummer	Innehåll
			Nr 503,701,080,082 Tekn. Vetenskap,Studier
59	47	35-526	Inget av intresse
59			
60	60	5-527	Inget av intresse
60			
61	72	322-526	Hawk
61			
62	82		Inget av intresse
62			
63	87	052-527	Inget av intresse
63			
64	95b	023-051	Hawk, Sb instruktion armén
64			
65	97	97-527	Fast Ra Reserapp. USA , Tyskland
66	103	96-526	Ljudmät 2 mars 1966*
66	102	021-094	Ljudmät budget försök,utv.□
66	104	52720--70	GPL, Krigsfjrskrift
66	105	527-52710	Antenner, Anläggningar
66	106	529-532	Dataöverföring,Doppler,Kass av 24 st PS-23
66	107	532-913	Mtrlanskaffningsbehov ljudmät
66	108	5392-5325	IR-system
66	109	019-035	EMP,Krypto, Tung ljudmät
66	110	422-5300	GPL
66	111	5300	MTI, DSS-DSM ,Doppler
67	112	012-019	Samband i anläggningar

67	113	019-051	Beredskap/Materiela brister
67	114	051-097	Radar,Radiolänk
67	115	34-35	Ir, HKP strålning, Eustrustning
67	116	327-527	Lv Rb system, Ra mtrl, Ra i anläggningar
67	117	527-532	PS 50, Ra installation
67	118	532-911	MTI, PE 49
67	119	012-096	MUR S3 LvSpanutredn Eutr Strv
67	120	34?-527	Antenner Kv krigsra, Fjr skrift
67	121	52710-790	Tele iinstallationer i Anläggningar
	122	5290-594	
68			Se H 92 A,B FMV

* Besök CSF Paris avseende Puls-Doppler
 ☐ Medel för anskaffning av Ljudmät 4(USA)

7.2 Dokumentationsunderlag från krigsarkivet om ljudmät

Underlag ur pärm H92 A,B FMV

Uppslag 3 Huvudavdelningsexp

Saknr	.080	Militärteknisk forskning
	.082	Studier och värdering
	503	Tillverkning, Ändring, Materieförsök
	504	Justering materiel
	701	Ljudmätning
	A 501	Militärteknisk utveckling
	A 502	Allmänna studier, ej objektsinriktade
	M27	Akustiska, optiska apparater
	M 837	Ljudmätutrustning
	A51	Anskaffning
	A52	Projektering,anskaffning,försök
	A 55	Kontroll,provning
		K= Enligt klassifikationssystem 68-76

År 19	Volym	Saknummer	Innehåll
68-76	1		KLASSIFIKATIONSSYSTEM

77	8	A502-52	Inget av intresse
77	9	A52	Inget av intresse
77	10	A52-63	Inget av intresse
77	21	M265-333	Inget av intresse
77	33	M56-84	Inget av intresse
78	12	A502-52	Om kommande ljudmätförsök 79/80
78	13	A52-	Artlaser m.m.
78	14	A52-	Planer för försöksvsh ljudmät 80/81 A4
78	15	A52-	TTEM olika mtrl system
78	31	M075-316	Försök bl.a. Televapen

78	44	M524-914	Telefunktionsprov
79	6	A502-51	Studier forskning ej ljudmät
79	7	A51-52	Lvstudier
79	8	A52-	Försök ljudmät 81/82 Truppförsök 82/83
79	9	A52-65	Vissa truppförsök
79	19	M19-33	Inget av intresse
79	40	M523-913	Inget av intresse
80	1	A17-301	Beställningar-Anskaffning ej ljudmät
80	9	A502-52	Försök,Anskaffning Ej ljudmät
81	1	A0-20	Utredningar ej ljudmät

7.2 Dokumentationsunderlag från krigsarkivet om ljudmät

Underlag ur pärm H92 A,B FMV

Uppslag 3 Huvudavdelningsexp

Saknr	.080	Militärteknisk forskning
	.082	Studier och värdering
	503	Tillverkning, Ändring, Materielförsök
	504	Justering materiel
	A 501	Militärteknisk utveckling
	A 502	Allmänna studier, ej objektsinriktade
	701	Ljudmätning
	M27	Akustiska, optiska apparater
	M 837	Ljudmätutrustning
	A51	Anskaffning
	A52	Projektering,anskaffning,försök
	A 55	Kontroll,provning
		K= Enligt klassifikationssystem 68-76

År 19	Volym	Saknummer	Innehåll
80	10	A 52	TTEM olika mtrl slag
80	11	A 52	Försök telesystem m.m.
80	12	A52-61	Mtrl. Försök 80/81 ej ljudmät
80	17	A 665-743	Telesystem/Truppradio
80	31	M 10-33	Inget av intresse
80	42	M480-52	Systemstudier mest strf.
80	46	M537-913	Teleinstallationer
81	12	A 502-51	Anskaffning bl.a. vindviseringsradar
81	13	A 51-52	Försök telesystem m.m.
81	14	A 52	81-04-01 PTTEM modifierad Ljudmät 4
81	15	A 52	TTEM bl.a. televapenpluton
81	16	A 52	Försök bl.a. truppradio 8000

81	17	A 52	TTEM DART m.m.
81	18	A 52-201-615	Försök bl.a. fjrskrift 85
81	32	M0-329	IR målsökning m.m.
81	47	M77- 837 ?	Inget av intresse
82	10	A 502-51	Artlok för försök
82	11	A 51-52	Inget av intresse
82	12	A52	Inget av intresse
82	13	A 52	CA programplan bl.a marksensorer
82	14	A 52	820914 Försök med mod ljudmät 4
82	15	A 52	820217 Försök med mod ljm 4