

Geluidsvermindering bij modelvliegtuigen. Deel 1. Geluidsmeting en geluidsnorm

Citation for published version (APA):

Schlösser, W. M. J. (1977). Geluidsvermindering bij modelvliegtuigen. Deel 1. Geluidsmeting en geluidsnorm. *Bouwen en vliegen*, 13(6), 61-66.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1977

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Bouwen en Vliegen

STUDIEBLAD AFDELING MODELVLIEGTUIGSPORT KNVVL -

13e Jaargang nr 6, december 1977

Redactie-adres: Afd. Modelvliegtuigsport KNVVL, Jozef Israëlsplein 8, Den Haag

Verschijnt minstens éénmaal per kwartaal

Het overnemen van artikelen of delen daarvan is alleen mogelijk na schriftelijke toestemming van de KNVVL-afdeling Modelvliegtuigsport

De Redactie is in geen geval aansprakelijk voor de inhoud van opgenomen advertenties.

Van de voorzitter

Toen acht jaar geleden door het Hoofdbestuur met veel nadruk werd gewezen op de noodzakelijkheid van een contributieverhoging, kon deze verhoging voor onze afdeling nog verijdeld worden.

Wij zijn toen onmiddellijk gaan ijveren met een ledenwerfactie die het mogelijk maakte de contributie te stabiliseren en zelfs gedurende enige jaren te verlagen. Gezien de enorme kostenstijgingen (portokosten intussen meer dan driehonderd procent) worden wij thans gedwongen een contributieverhoging van vijf gulden af te kondigen voor zowel jeugdleden als leden en ingaande het komend kalenderjaar.

De jaarcontributie wordt dan voor jeugdleden twintig gulden en voor leden vijftig gulden.

Het zij ons vergund even op te merken, dat we hiermee beneden de voorstellen van 1969 blijven.

Tezamen met een nog te verwachten stijging van het aantal leden, geeft dit aldus voldoende financiële armslag om een acceptabel beleid te voeren.

Wij gaan er van uit dat eenieder begrip kan opbrengen voor de dringende noodzaak van deze minder prettige bestuursingreep.

Door zowel jeugdleden als leden in gelijke mate in de verhoging te betrekken, komen we bovendien enigszins tegemoet aan de wens, de financiële drempel tussen jeugdleden en leden te verlagen.

INHOUD

Van de voorzitter

Geluidsvermindering bij modelvliegtuigen deel I
door Prof. Dr. Ir. W. M. J. Schlösser

Luchtvaartkamp 1977

Gemeten profieleigenschappen van Eppler 385 en 387
D. F. Volkers

Sport- en Schaalrubriek

1. Nat. Kampioenschappen
2. Verzamelen van documentatiemateriaal
A. B. Smits

Indoor Nieuws

1. Nat. Kampioenschappen
2. Hoekmeter voor Easy-Bee en Penny
Plane propellers
O. Rodenburg

Mededelingen

1. Wedstrijdkalender 1978
2. Vliegersvergaderingen
3. Oproep R. B. electro
4. Watervliegen

Advertenties

Veel problemen die op de laatste afdelings-jaarvergadering aan de orde kwamen zijn inmiddels achterhaald of opgelost.

Zo is de vacante plaats van vice-voorzitter althans voorlopig ingenomen door de heer Ad Smits, bij velen wel bekend als de sinds jaren erg ondernemende voorzitter van de sub-commissie voor Sport- en Schaalmodellen. Mogelijk wordt hij bij de eerstvolgende ledenvergadering kandidaat gesteld.

Daar wij ook uw oordeel bij eventueel te nemen besluiten graag zouden vernemen, hopen wij dat u (of uw club) blijk zal geven van belangstelling bij de eerstkomende afdelings-ledenvergadering.

Graag tot ziens, uw voorzitter

Harrie Coolen

Geluidsvermindering bij modelvliegtuigen

Deel 1, Geluidsmeting en Geluidsnorm

Prof. Dr. Ir. W. M. J. Schlösser

Technische Hogeschool Eindhoven

Afd. W., Vakgroep "Aandrijftechniek".

Inleiding

Vliegen met modelvliegtuigen was 30 jaar geleden nog een betrekkelijk geluidloze bezigheid. Voor een groot aantal types van modelvliegtuigen is het dit nu nog steeds. Het vliegen met zweefmodellen, werpmodellen en met rubbermotormodellen zal niet tot klachten over geluidshinder leiden. Evenmin het vliegen met electromotoren. Het vliegen met verbrandingsmotoren voert echter in toenemende mate tot protesten.

Na de oorlog 1940-1945 namen de motormodellen in aantal sterk toe. Zweefmodellen met hulpmotor, vrije-vlucht motormodellen, lijnbestuurde modellen en radiobestuurde modellen bleken een grote aantrekkingskracht te hebben op de modelvliegtuigbouwers. De kans op kritiek met betrekking tot geluidshinder werd echter ook groter.

De verbrandingsmotoren in modelvliegtuigen namen niet alleen in aantal, doch ook in vermogen toe. Ontleent een zweefmodel van 1,5 kg, bij een daalsnelheid van 40 cm/s, een vermogen van $15 \times 0,40 = 6 \text{ Nm/s} = 6 \text{ watt}$ aan het aardgravitatieveld; bij een electromotormodel staan reeds vermogens van meer dan 500 watt ter beschikking; bij verbrandingsmotoren voor modelvliegtuigen bedragen de vermogens 25 watt tot 2000 watt en nog meer. De hoeveel-



7217
13 1977

heden arbeid, welke per tijdseenheid kunnen worden omgezet, zijn in de laatste 30 jaren een factor 300 toegenomen. Wellicht zonder dit te beseffen, waren de modelvliegtuigbouwers bezig met iets wat men 'looking for trouble' zou kunnen noemen.

Ook nam de bevolkingsdichtheid aanzienlijk toe en verminderde daarbij de dulzaamheid van het individu. Terwijl het opkomende besef van milieu-vervuiling de deur voor kritiek op de geluidshinder door modelvliegtuigen volledig heeft opengezet. Toekomstige wetten met betrekking tot geluidshinder zullen dan ook de mogelijkheid gaan bieden om in conflict-situaties te komen tot gerechtelijke uitspraken.

Het project „Geluidvermindering modelvliegtuigen” van de KNVvL

Vorenstaande ontwikkeling heeft er toe geleid, dat een initiatief van de zijde van de K.N.V.v.L. noodzakelijk werd onder het motto 'Voorkomen is beter dan genezen'. Het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne werd bereid gevonden om een project te financieren, dat als starter zou moeten fungeren voor een reeks onderzoeken gericht op geluidsvermindering bij modelvliegtuigen. Het project werd uitgevoerd aan de T.H. te Eindhoven, in de Vakgroep 'Aandrijftechniek'. In deze Vakgroep werden in het verleden andere projecten voor modelvliegtuigbouw bewerkt. Tevens beschikt deze Vakgroep over know-how en instrumentatie voor geluids-onderzoek aan aandrijvingen.

Een formele verslaglegging van dit onderzoek komt in rapportvorm ter beschikking voor belangstellenden en kan bij de KNVvL, Afd. Modelvliegtuigbouw worden besteld (Lit. (1)). Bij dit onderzoek werd veel meer informatie aan het licht gebracht, dan in een formeel rapport kan worden opgenomen.

Het ligt in de bedoeling om in een reeks artikelen in 'Bouwen en Vliegen' deze informatie te presenteren.

Uit dit starter-project zijn nu reeds twee nieuwe projecten voortgekomen, welke eveneens bij de T.H. Eindhoven zijn ondergebracht. Deze projecten omvatten onderzoek aan uitlaat-dempers voor modelmotoren en geluids-onderzoek aan propellers voor deze motoren. Hierover hopen wij in de toekomst wetenswaardigheden te kunnen publiceren.

Geluidsarme vliegers in de natuur

Vogels en insecten vliegen, afhankelijk van hun constructie, meer of minder geluidsarm. De adelaar heeft inderdaad de ruisende vleugelslag, welke men hem toedicht. Overvliegende eenden veroorzaken een fluitend geluid, ritmisch met hun vleugelslagen. De jagende uil kan zich echter geen geluid veroorloven, dat hem zou beletten het geritsel van zijn prooi te horen. De uil is dan ook een wonderlijke constructie gericht op geluidsarm vliegen. Zachte donsveren op lijf en vleugels veroorzaken een grote demping op de oppervlakken, welke met de lucht in contact zijn.

Getande veren en slagpennen (fig. 1) schijnen ook iets met het geruisloze vliegen van doen te hebben. Dit constructieve detail van de uil is echter in zijn werking nog niet verklaard. Voor modelbouwers, die hier een bijdrage willen leveren aan het onderzoek, zij verwezen naar lit. (2). Anders kan men de geluidsontwikkeling in de natuur beoordelen, als men beseft dat er aan geluid ook een veiligheidsaspect kleeft. Waarschijnlijk waardeert de marmot in de bergen het geruis van de vleugelslag van de adelaar ten zeerste. De mens herkent de verschillende insecten aan hun vlieggeluid. Men verwacht een vlinder

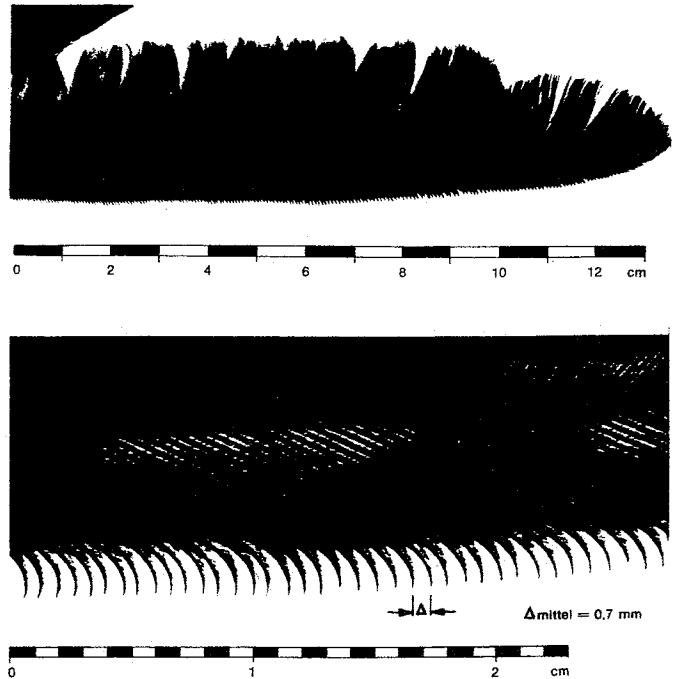


FIG. 1 VLEUGELVEER VAN RANSUIL MET "BAARDHAREN" VOOR GERUISLOOS VLIEGEN (2)

niet te horen (5 vleugelslagen per seconde = 5 hertz = 5 Hz). Het sonore gebrom van een meikever werkt op onze lachspieren (50 Hz). Vliegen irriteren ons met hun gezoem van 200 Hz. De bij maant ons met 400 Hz tot voorzichtigheid en de wesp zelfs tot verhoogde waakzaamheid. De mug, met 500 Hz, kan ons in een warme zomernacht geheel onder de lakens jagen. De mannetjes muggen roepen met 1000 Hz (=1 kilohertz = 1 kHz) bij ons onprettige herinneringen op van aanvallende jachtvliegtuigen. Deze ontboezeming biedt niet alleen de gelegenheid om het begrip 'hertz' te verklaren (met het begripssymbool Hz), doch ook om te laten zien, dat geluid als zodanig een aanzienlijke hoeveelheid 'informatie' bevat. Verder is het duidelijk, dat het voor sommige vliegende dieren blijkbaar de moeite loont om doelgericht geluidsarm geconstrueerd te zijn.

Modelvliegtuigen doelgericht geluidsarm construeren, ja of neen?

Degenen die met een groep collega vliegers met radio-bestuurde zweefmodellen op een helling hebben gevlogen, zullen dankbaar zijn voor het zachtfluitende geluid van deze modellen. Men wordt daardoor geattendeerd op het in de nabijheid zijn van modellen, welke buiten de gezichtshoek vliegen. Men vindt wellicht niemand die dit geluid wil elimineren. Het geluid verschaft de vlieger informatie omtrent het toerental van zijn motor en zelfs over de stand van het model in de lucht.

Een volkomen geluidsvrij motormodel met enig vermogen, zou grote gevaren inhouden. In laboratoria moet men daarom soms geluidsarme werktuigen uit veiligheidsoverwegingen een bordje omhangen, waarop staat: 'machine loopt!'

Een ieder die het geluid van een modelvliegtuig kent, weet echter dat we met motorvliegtuigmodellen niet snel in deze gevarenhoek zullen terechtkomen.

Sommige modelvliegers willen het geluid niet missen, omdat naar hun mening modellen met een laag geluidsniveau onmogelijk snelle vliegers kunnen zijn. In deze gevallen heeft men bij deze vliegers te doen met de gevolgen van misplaatst bromfiets-syndroom. Ook hier kan men geen geldig argument vinden tegen doelgericht geluidsarm construeren.

Argumenten vóór dit doelgericht geluidsarm construeren zijn er wél en nog wel steekhoudend ook! Deze willen we niet opnoemen. Willen we echter de mogelijkheid van het vliegen met modelvliegtuigen met verbrandingsmotoren in de toekomst veilig gesteld zien, dan moeten we nú iets aan de bestrijding van geluidshinder doen. Zo eenvoudig is het probleem te beschrijven. Het doelgericht geluidsarm construeren vergt daarentegen meer inspanning. Maar gelukkig zijn er hiervoor al veel mogelijkheden aan te wijzen. Maar eerst

Wat is geluid?

Onder 'geluid' verstaan wij datgene, wat door onze gehoorzin wordt waargenomen. Alle geluid ontstaat door trilling van een geluidsbron. Deze trillingen planten zich als geluidsgolven door een tussenstof voort en worden door het menselijke oor waargenomen. De geluidsgolven bestaan uit verdichtingen en verdunningen van de tussenstof, die zich vanaf de geluidsbron naar alle kanten gelijkmatig verplaatsen, op een soortgelijke wijze als de golven van een steentje dat in het water wordt geworpen (fig. 2).

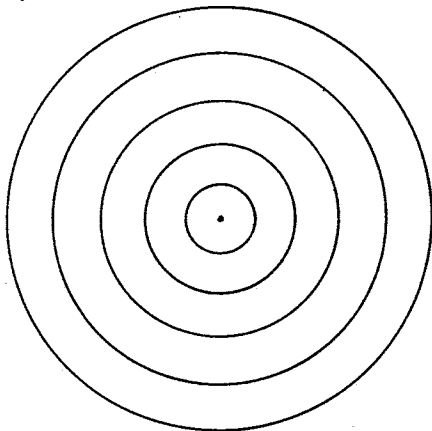


FIG. 2 CIRKELVORMIGE UITBREIDING VAN GELUIDSGOLVEN ROND EEN PUNTVORMIGE GELUIDSBRON

Het modelvliegtuig vormt de geluidsbron, terwijl de lucht als tussenstof optreedt. Zouden er geen trillende delen bij het modelvliegtuig aanwijsbaar zijn en zou het model de lucht op geen andere wijze in trilling brengen (b. v. geen tip- en zog-wervels), dan zou er geen geluidsprobleem voor de modelvliegtuigbouwer bestaan.

Hoge tonen, lage tonen Sterk geluid, zwak geluid

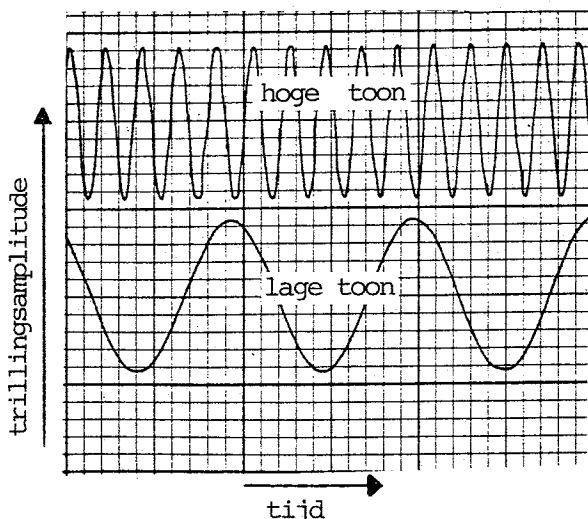


FIG. 3 VERSCHIL TUSSEN HOGE TOON (HOGE FREQUENTIE) EN LAGE TOON (LAGE FREQUENTIE)

Vertoont een geluidsbron een groot aantal trillingen per seconde, dan brengt hij de hoge toon voort en omgekeerd (fig. 3). Naarmate de trillingsuitslag groter is, d.w.z. naarmate de trillingsamplitude groter is, is het geluid sterker en omgekeerd (fig. 4). De hoogte van een toon wordt aangegeven in Hz (hertz).

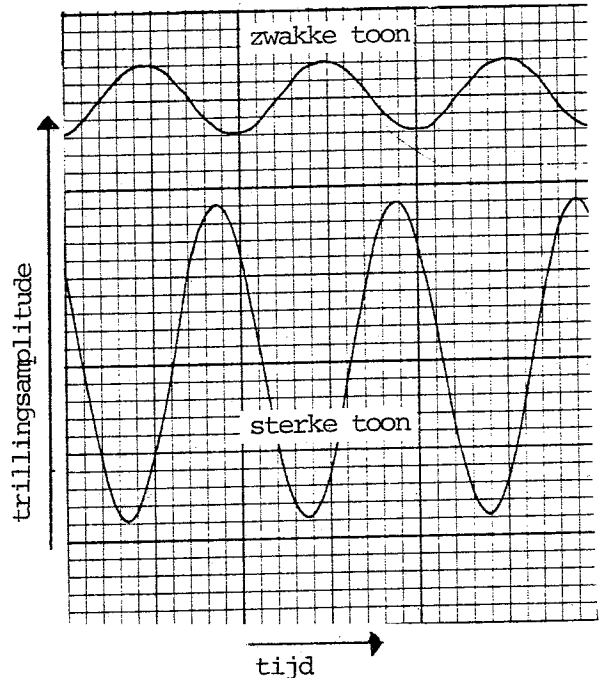


FIG. 4 VERSCHIL TUSSEN STERKE TOON (GROTE TRILLINGSAMPLITUDE) EN ZWAKKE TOON (KLEINE TRILLINGSAMPLITUDE) BIJ GELIJKE FREQUENTIE

Lees nog eens wat daarover gezegd werd bij de vlieggeluiden van insecten. De sterkte van geluid wordt aangegeven in dB (decibel). De definitie van de Hz werd reeds gegeven, die van de dB wordt iets later in dit artikel toegelicht. Dit belet ons echter niet om nu reeds een indruk te geven van de in onze omgeving voorkomende geluidsdrukniveaus (Tabel 1). In deze tabel zijn de geluidsdrukniveaus niet in dB doch in dB(A) weergegeven. Wat is daarvan de oorzaak? Om deze vraag te beantwoorden, moeten we het menselijk oor nader beschouwen.

Het menselijk oor als geluidsontvanger

Het menselijk oor is een constructie van onderling bewegelijke delen, welke een massa hebben en waarop elastische terugstelkrachten werken, zodra deze delen door een geluidsgolf worden verplaatst (fig. 5). De grootte van de massa's der bewegende deeltjes en de grootte van de terugstelkrachten zijn de oorzaak voor het feit, dat ons oor niet voor alle tonen van verschillende hoogte (verschillende Hz) even gevoelig is. Bij lage tonen, tonen van lage frequentie, zijn de verplaatsingen van de in het oor trillende deeltjes gering. De zenuwcellen, op het orgaan van Corti gelegen, geven dan slechts zwakke stroomsignalen naar onze hersenen. Bij toenemende toonhoogte nemen deze verplaatsingen en dus ook de prikkel der stroomsignalen toe, om bij een trilling van ca. 4000 Hz de grootste gevoeligheid van ons oor te veroorzaken. Bij hogere frequenties dan 4000 Hz neemt de gevoeligheid van ons oor weer af. Deze van de frequentie afhankelijke gevoeligheid van ons oor is in fig. 6 weergegeven als de kromme waarbij 'gehoordrempel' staat. Ook voor sterkere geluiden, dan geluiden welke op onze gehoordrempel liggen, vertoont het oor een gevoeligheid die afhankelijk is van de toonhoogte. In fig. 6 wordt dit tot uiting gebracht door het intekenen van krommen voor gelijke 'luidheid', nu uitgedrukt in 'foon'.

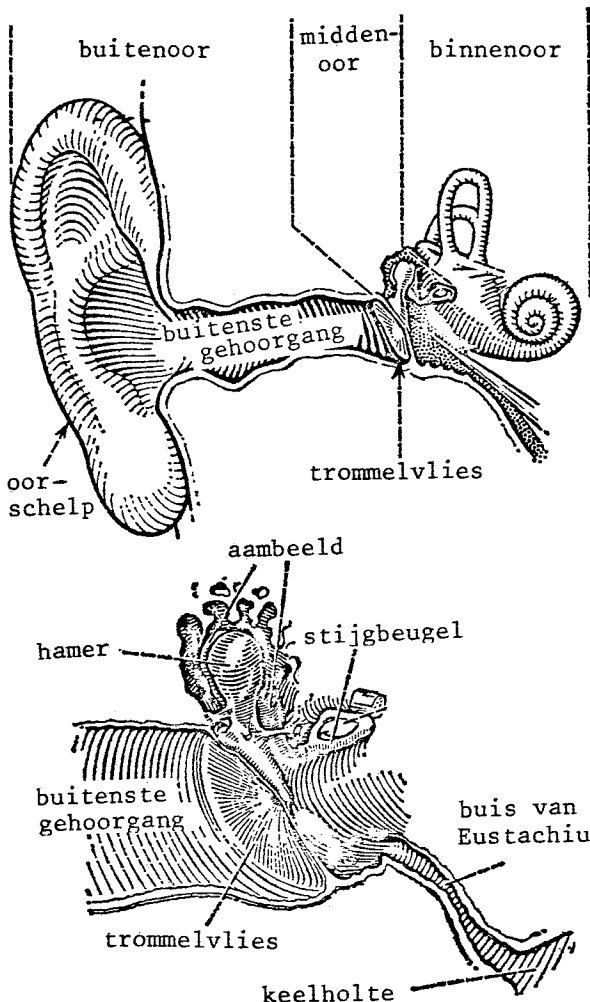


FIG. 5 DOORSNEDE VAN HET MENSELIJK OOR

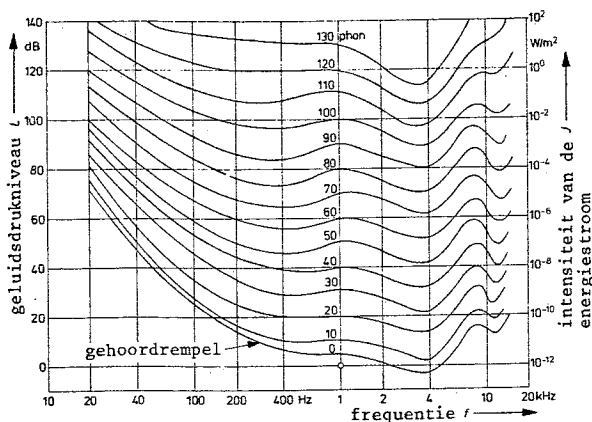


FIG. 6 SAMENHANG VAN GELUIDSDRUKNIVEAUS MET DE LUIDHEID VAN GELUID ALS FUNCTIE VAN DE FREQUENTIE

Wil men nu rekening houden met deze veranderlijkheid van de gevoeligheid van het menselijk oor, dan zal men op de gemeten dB-waarde voor het geluidsdruk-niveau een correctie moeten toepassen, welke afhankelijk is van de frequentie. Verloopt deze correctie zoals weergegeven door de kromme A in fig. 7, dan verkrijgt men meetwaarden voor de geluidsdruk-niveaus welke worden weergegeven in de dB(A). Uitgesproken als: dee-bee-aa. In deze eenheden werden de geluidsterkten van Tabel 1 weergegeven.

Op deze plaats dient even te worden stilgestaan bij deze wonderbaarlijke prestatie van de schepping, in de vorm van een oor dat trillingen kan waarnemen van 20 Hz tot ca. 20.000 Hz = 20 kHz (20 kilo-hertz). Terwijl de waarneembare geluidsdruk-niveaus uiteenlopen van het tikken van een horloge tot het starten van een raket. Bij

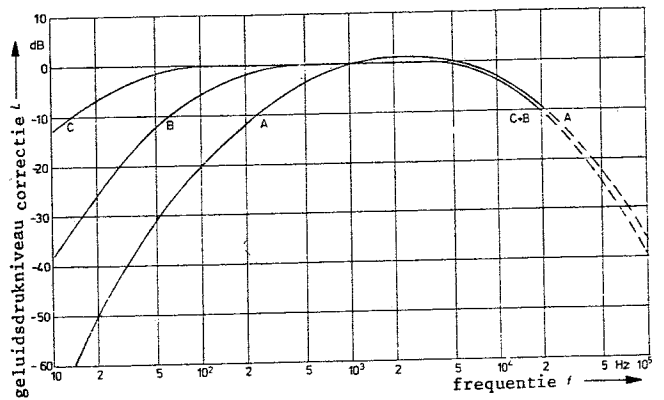


FIG. 7 CORRECTIE VAN HET GELUIDSDRUKNIVEAU ALS FUNCTIE VAN DE FREQUENTIE, AFHANKELIJK VAN DE GEKOZEN CORRECTIEKROMME A, B, OF C

een dermate groot waarnemingsbereik is het dan ook niet mogelijk dat het oor een lineaire gevoeligheid vertoont. Met andere woorden: een verdubbeling van de geluidsdruk in het oor mag geen aanleiding geven tot een in grootte verdubbeling van het aan de hersenen afgegeven stroomsignaal. De natuur lost dit probleem op door een samenhang tussen oorzaak en gevolg te scheppen van afnemende aard, een z.g. logaritmische samenhang. Dezelfde toename van de oorzaak levert een steeds minder grote toename van het gevolg. Reden waarom de meeteenheid voor het geluidsdruk-niveau, de dB, van logaritmische en vergelijkende aard moest zijn.

Hiermee zijn wij door de grootste rijstebrijberg van de theorie heen. Wij kunnen nu weer ter rug naar de modelvliegtuigbouw. Degenen die hun theoretische kennis van de geluidleer willen verdiepen, kunnen dit aan de hand van (3), (4), (5) en door het bestuderen van de inhoud van Tabel 2.

Hoeveel geluid produceert een modelvliegtuig?

Na het lezen van de voorafgaande tekst is dit een gerechtvaardigde vraag.

Het antwoord is echter niet mogelijk zonder eerst weer enige aspecten nader te beschouwen. Gezien het karakter van de geluidsgolven, zoals in fig. 2 geschetst, zal men eerst moeten vaststellen op welke afstand van het model men de geluidsdruk-niveau-meting zal doorvoeren. Hoe verder men van het model verwijderd is, hoe zwakker immers de geluidsterkte zal zijn. Het is gebruikelijk om de meting op afstanden van 7 of van 10 meter uit te voeren.

In het rapport (1) is voorgesteld om de metingen in Nederland op 7 meter afstand uit te voeren.

Ook zal men het model zodanig moeten opstellen, dat het niet onmiddellijk op de grond staat, maar 1 meter daarboven. Het daarvoor nodige meetgestel mag het geluid van het model niet afschermen, noch versterken. Bovendien mag het meetgestel zelf niet gaan trillen en op eigen houtje als geluidsbron gaan optreden. Een voorstel voor de technische uitvoering van zulk een gestel is in (1) gedaan. Het daarin beschreven meetgestel is in fig. 8 weergegeven.

Dit gestel, met het daarop bevestigde model dient men op een grasvlakte te plaatsen en niet op een betonbaan, asfalt- of klinkerweg. Dit laatste zou voor het model een oneerlijke handicap betekenen. De modelvlieger heeft in de praktijk geen sympathieke gevoelens voor deze (ook akoestisch) harde oppervlakken. Verder moeten er geen geluid-absorberende of -weerkaatsende oppervlakken in de buurt zijn. Dus geen muren, houten keten, auto's etc. Zelfs geen onnodige menselijke waarnemers. Ook de zender van de afstandsbesturing moet uit de buurt van de geluidsmeter worden gehouden.

Vervolgens zal het noodzakelijk zijn om een geluidsmeter

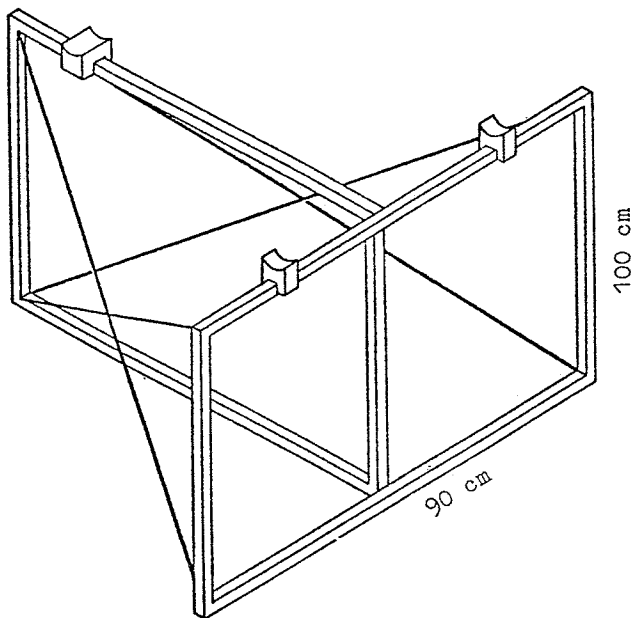


FIG. 8 SCHETS VAN HET ONDERSTEL WAAROP DE MODEL-VLIEGTUIGEN TIJDENS DE GELUIDSMETINGEN WORDEN GEPLAATST

ter beschikking te hebben. Hoewel duur voor de persoonlijke aanschaf, is de prijs van deze meters voor een club alleszins draaglijk te noemen. In (1) is een aantal geschikte meters en hun prijzen genoemd. Wij zullen in de toekomst trachten deze lijst uit te breiden en daarover verslag te doen in 'Bouwen en Vliegen'. Wel, nu kan de meting worden uitgevoerd. Al spoedig blijkt dat het model in verschillende richtingen ook verschillende geluidssterkten heeft.

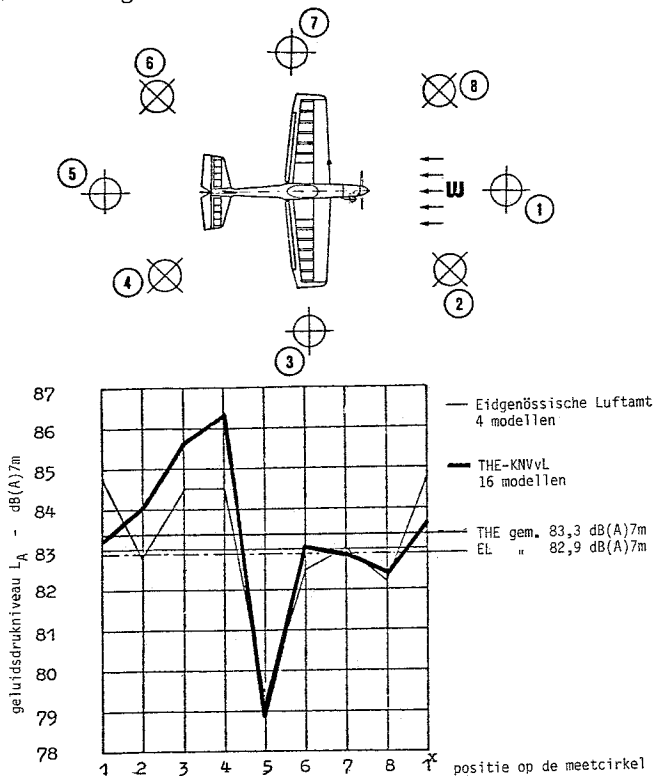


FIG. 9 GEMIDDELDE RICHTINGSKARAKTERISTIEK VAN HET GELUID VAN MODELVLIEGTUIGEN

Een aantal meetpunten van rondom het model gemeten waarden zijn in fig. 9 weergegeven. Aangezien het model in de lucht, t. o. v. de waarnemer op de grond, zeer vele standen kan innemen, is het duidelijk dat men de gemiddelde waarde van een rondom-meting als representatief kan beschouwen. Dit is dan ook de aanbeveling van (1).

De op deze wijze gevonden meetwaarden voor motormodellen bleken te liggen tussen 71 en 100 dB(A)/7 m. Een model met een gemiddeld optredend geluidsdrumniveau zit in de buurt van 85 dB(A)/7 m. Deze conclusies bleken in hoge mate overeen te stemmen met bevindingen van onderzoeken in het buitenland.

Hiermee hebben we dus een middel in de hand, om de eigenaar van een modelvliegtuig in staat te stellen zijn model te beoordelen. Modellen met hogere waarden dan 85 dB(A)/7 m hoeft men dan niet alle te veroordelen, maar bij 90 dB(A)/7 m moet het geweten toch al lang knagen.

Een geluidsnorm? Zo ja, welke?

Het verlagen van de geluidssterkte is aanvankelijk een opvoedkundig probleem. Nadat de bouwers en dus ook de fabrikanten van componenten in beweging zijn, wordt het een technisch probleem. Om deze ontwikkeling in beweging te krijgen is het stellen van een norm nuttig, zo niet noodzakelijk. In (1) wordt dan ook het voorstel gedaan om als norm voorlopig te aanvaarden: 84(+3)dB(A)/7 m. Deze norm bevat een plustolerantie van 3dB(A) boven 84dB(A)/7 m. Het voorstel is om op wedstrijden modellen met een geluidssterkte van ten hoogste 87dB(A)/7 m toe te laten. Modelbouwclubs doen er dan verstandig aan deze norm ook geldig te verklaren voor vliegers op clubterreinen. Modellen met meer dan 87dB(A)/7 m op de geluidsmeter hebben dan geen mogelijkheid meer tot beroep op de meestal onbekende meetfout van de geluidsmeter.

De eigenaars van deze modellen hebben deze marge geconsumeerd door een model met 87dB(A)/7 m op het meetgestel te brengen, in plaats van een model met 84dB(A)/7 m.

Deze norm is niet onbillijk, gezien het feit dat er publicaties bekend zijn over modellen met 70 tot 75dB(A)/7 m. Hierover zal echter eerst nog in dit blad in de Nederlandse taal moeten worden gepubliceerd. Ook hier geldt: 'Eerst onderrichten en dan pas eisen stellen!' Verder liggen de normen in het buitenland ook bij deze geluidssterkte. Hierover is meer te lezen in (1). Door deze norm zal de 'overluide toplaag' van de motormodellen worden geëlimineerd en wel op zeer korte termijn, zodra de KNVvL besluit deze norm in te voeren.

Na verloop van tijd kan men dan deze norm verlagen, b. v. tot 80 of 75dB(A)/7 m. Afhankelijk van de meettechnische ontwikkelingen kan men dan ook de plustolerantie verkleinen, zodat de norm zal gaan luiden 80(+2)dB(A)/7 m of 75(+1)dB(A)/7 m. Hierbij zal men echter de ontwikkeling van de technische mogelijkheden op de voet moeten volgen, om onredelijke eisen te voorkomen. Men zou daarbij om de 2 jaren een statistisch onderzoek het gemiddeld bereikbare kunnen laten bepalen. Het gemiddeld bereikbare zou dan als 'trendsetter' voor het gehele vliegende legioen kunnen dienen.

Sommigen zullen nu zeggen: 'op deze wijze halen ze ons het vel dan steeds verder over onze oren, daaraan doen we niet mee!' Hier past echter de opmerking, dat niet de KNVvL op hun vel uit is, doch hun medeburgers met de wet in de hand.

Nu weten we wat op ons afkomt. Wat nu?

Als dit de situatie is, of binnenkort zal zijn: een norm, voldoe maar daaraan!', wat staat ons dan te doen?

De te nemen maatregelen zijn o. i. dan:

1. Leg de vliegvelden voor de modelvlieger op de juiste afstand van de bewoonde wereld.
2. Laat elke club er voor zorgen dat hun leden de norm gaan aanhouden.
3. Zorg voor een doeltreffende voorlichting van de modelbouwer, m. b. t. de door hun te nemen constructieve maatregelen.

Over de ligging van de velden zullen wij in de volgende 'Bouwen en Vliegen' een bijdrage leveren. Het is ver-

Tabel 1

intensiteit van de energiestroom $I = P/A$ (Watt/m ²)	geluids- drukni- veau (-)	geluids- druk p (N/m ²)	vergelijkingen van verschillende soorten geluid
10^8 Watt/m ²	200 dB	$2 \cdot 10^5$ N/m ²	Saturnus-raket bij een start op 300 m.
10^7 Watt/m ²	190 dB		
10^6 Watt/m ²	180 dB	$2 \cdot 10^4$ N/m ²	Beschadiging van het oor door scheuren van het trommelvlies.
10^5 Watt/m ²	170 dB		
10^4 Watt/m ²	160 dB	$2 \cdot 10^3$ N/m ²	Schot van een 0,303 kaliber geweer van dichtbij.
10^3 Watt/m ²	150 dB		
10^2 Watt/m ²	140 dB	$2 \cdot 10^2$ N/m ²	Straalvliegtuig bij een start op 300 m.
10^1 Watt/m ²	130 dB		
10^0 Watt/m ²	120 dB	$2 \cdot 10^1$ N/m ²	Gevoelsdrempel, machinekamer van een schip.
10^{-1} Watt/m ²	110 dB		Hard geschreeuw.
10^{-2} Watt/m ²	100 dB	$2 \cdot 10^0$ N/m ²	Fabrieksruimte met veel lawaai.
10^{-3} Watt/m ²	90 dB		Verkeerslawaai, met inbegrip van spoorbaan.
10^{-4} Watt/m ²	80 dB	$2 \cdot 10^{-1}$ N/m ²	Harde stem.
10^{-5} Watt/m ²	70 dB		Stofzuiger op 3 meter
10^{-6} Watt/m ²	60 dB	$2 \cdot 10^{-2}$ N/m ²	Warenhuis - bedrijf.
10^{-7} Watt/m ²	50 dB		Lichte auto op 3 meter.
10^{-8} Watt/m ²	40 dB	$2 \cdot 10^{-3}$ N/m ²	Rustige kantoormuimte.
10^{-9} Watt/m ²	30 dB		Rustige straat zonder verkeer.
10^{-10} Watt/m ²	20 dB	$2 \cdot 10^{-4}$ N/m ²	Rustige dag in de natuur zonder verkeer.
10^{-11} Watt/m ²	10 dB		Zacht gefluister op 1,5 meter
10^{-12} Watt/m ²	0 dB	$2 \cdot 10^{-5}$ N/m ²	Gehoordrempel voor geluid met 1 kHz frekwentie.

ontrustend vast te stellen dat van een groot aantal velden de gemiddelde afstand tot de dichtsbijzijnde woning 650 meter bleek te zijn. Een afstand, die door het geluid in 2 seconden wordt overbrugd.

Wat betreft de technische voorlichting van de modelbouwers zal het goed zijn om in 'Bouwen en Vliegen' regelmatig een bijdrage op te nemen over aan te bevelen constructieve maatregelen met akoestisch wenselijke effecten. Ik hoop met deze eerste bijdrage jullie belangstelling voor deze serie artikelen te hebben gewekt.

Literatuur

- (1) Adang, F. M. J. Projekt Geluidsvermindering Modelvliegtuigen, KNVvL - VOMIL - T. H. E. Vakgroep Aandrijftechniek februari 1977.
Verkrijgbaar bij de KNVvL door overschrijving van f 10, -- op giro 179618 der KNVvL onder vermelding van "Rapport Geluidsvermindering."
- (2) Hertel, H. Struktur Form Bewegung, Krausskopf Verlag Mainz, 1963.
- (3) Taylor, R. Noise, Pelicanbook A1283, Penguin Books Ltd., England
- (4) Winkler Prins Technische Encyclopedie Uitg. Argus Elsevier, Amsterdam, 1976
- (5) Bergeijck, W. A. v. e. a. Die Schallwellen und wir, Band W5, Natur und Wissen, Verlag Kurt Desch, 1960

Tabel 2

Rekenen met geluidsformules

- Geluidsdrukkniveau: $L = 20 \log \frac{p}{p_0}$ dB
 waarin $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Nm}^{-2}$

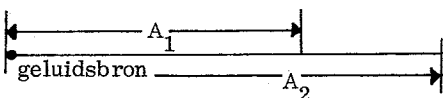
Voorbeeld: als $p = 2 \cdot 10^1 \text{ N.m.}^{-2}$ (zie Tabel 1) in de machinekamer van een schip dan is

$$L = 20 \log \frac{p}{p_0} = 20 \log \frac{2 \cdot 10^1}{2 \cdot 10^{-5}}$$

$$L = 20 \log 10^6 = 120 \text{ dB.}$$

- Geluidsdrukkniveau en afstand tot geluidsbron:

$$L_1 - L_2 = 20 \log \frac{A_2}{A_1}$$

Voorbeeld: 

$$A_1 = 7 \text{ meter}$$

$$A_2 = 10 \text{ meter}$$

$$L_1 - L_2 = 20 \log \frac{10}{7} = 3,1 \text{ dB}$$