

# BESTEMMELSE AF FLYSTØJ

---

ANALYSE AF METODER TIL BESTEMMELSE AF  
STØJTAL FOR ULTRALETTE LUFTFARTØJER

11. SEPTEMBER 2013

---

## RESUMÉ

---

En række forskellige metoder til bestemmelse af flystøj er analyseret, og den tyske ”Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge” (LVL) metode viser sig at være egnet til bestemmelse af støjtal fra ultralette fly.

I det omfang der findes en støjmåling for det samme type ultralette fly med sammenlignelig konfiguration (motor og propel) efter LVL i de tyske Gerätekennblatt, kan støjmålingen anvendes til at bestemme støjtallet for tilsvarende danske fly.

Hvis der ikke findes tyske støjmålinger efter LVL, kan der iværksættes målinger efter denne. Alternativt kan flyets støjtal bestemmes ud fra støjkravet i Trafikstyrelsens BL9-6, og under forudsætning af en række antagelser. Sidstnævnte metode vurderes at have den største usikkerhed.

---

## FORORD

---

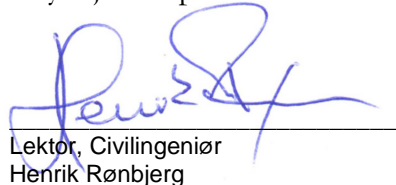
Siden 1994 hvor Miljøstyrelsens vejledning ”Støj fra Flyvepladser” blev publiceret, er udviklingen af ultralette luftfartøjer gået meget hurtig. Vejledningen bygger imidlertid på ultralette fly, som der eksisterede tilbage i 1980’erne. Derved er vejledningen i dag ikke ajour med hensyn til ultralette flys støjtal, præstationer og typiske flyveveje omkring flyvepladser.

Denne rapport er den første blandt tre rapporter, og har til formål at afdække forskellige muligheder for at bestemme støjtal for ultralette fly i Danmark.

Den anden rapport ”Støj fra danske ultralette fly” har til formål at analysere den danske ultralette flyflåde i 2013 med henblik på at fastlægge støjtal samt præstationsdata til støjberegning efter Miljøstyrelsens vejledning 1994.

Den tredje rapport ”Flystøj fra mindre propelfly i Danmark” har til formål at sammenligne støj fra ultralet flyvning med traditionelle GA (General Aviation) propelfly. Dette undersøges for at vurdere rimeligheden i at Miljøstyrelsens vejledning kategoriserer ultralet flyvning som særlig flyaktivitet.

Åbyhøj 11. september 2013



Lektor, Civilingeniør  
Henrik Rønbjerg

Miljøchef, Dansk Ultralet Flyve Union  
Medlem af miljøudvalg, Kongelig Dansk Aeroklub

---

## STØJMÅLING, METODER OG ANVENDELSE

---

Støjmåling af fly foregår oftest i forbindelse med godkendelse af fly, og resultatet indgår derved i flyets eventuelle støjcertifikat. På denne måde sikres det at flyene ikke støjmæssigt påvirker miljøet unødigt.

I forbindelse med planlægning af flyvepladser udføres der en beregning af støjen ud fra den forventede flyveaktivitet, flyveveje og flyenes støjtal. Disse støjtal bestemmes sædvanligvis ud fra støjmålingen fra godkendelse/støjcertifikat eller databaser hvor disse støjdata er samlet.

Dette notat er afgrænset til en undersøgelse af støjmåling efter de nationale regler for ultralette fly i Danmark (BL9-6) og Tyskland (LVL). Desuden behandles støjmåling efter International Civil Aviation Organisation (ICAO), Annex 16 volumen 1, kap.6 og kap.10.

Mindre propelfly, der registres i Danmark, skal som hovedregel være støjcertificeret efter Annex 16, kap.6 eller kap. 10. Dette gælder ikke ultralette fly (Annex 2 fly), som alene reguleres efter nationale regler. Der har i de seneste år foregået en ombytning til EASA støjcertifikater (European Aviation Safety Agency), men dette omfatter ikke ny støjdata, da EASA CS-36 (Aircraft Noise) er identisk med ICAO's Annex 16

### ***ICAO Annex 16, kap.6***

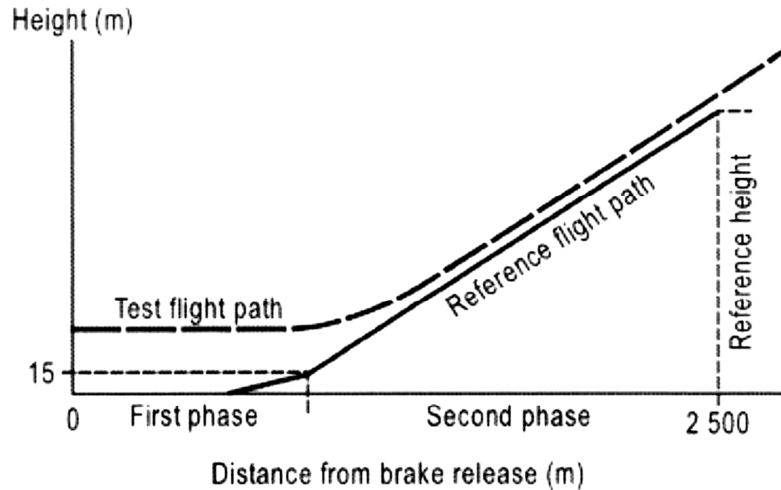
Frem til 1988 blev nye mindre propeldrevne fly støjmålt og certificeret efter ICAO Annex 16, kap.6. Dette indebærer i hovedtræk en støjmåling ved vandret overflyvning i 300 meter (985 ft), og i cruise konfiguration med fuld(vedvarende) motorydelse. For at tage hensyn til flyets stigpræstation, blev der beregnet et korrektionstillæg, som blev lagt til støjmåling, og den samlede værdi (certificeringsværdi) blev påført støjcertifikatet.

Korrektionstillægget blev beregnet ud fra flyets maksimale stige hastighed, samt hvilken flyvehastighed dette foregik. Ved at bestemme den højde flyet ville have 3500 meter efter start, og differencen mellem denne højde og støjmålingshøjden på 300 meter, blev lagt til grund for korrektionen. Princippet i beregning af korrektionstillægget er ”den omvendte kvadratlov”.

Kravet til certificeringsværdi afhænger af flyet vægt (MTOW), og kravet var 68 dB[A] op til MTOW på 600 kg, stigende til 80 dB[A] ved 1500 kg, og herefter konstant.

### ***ICAO Annex 16, kap.10***

Fra 1988 er det ændret således at fly støjmåles og certificeres efter ICAO Annex 16, kap.10. Dette indebærer nu at flyet direkte måles under stigning og med fuld motorydelse. Dette skal ske i en afstand på 2500 meter efter start, således at flyets præstationer nu direkte er inkluderet i støjmålingen.



På baggrund af flyets præstationsdata defineres en referenceflyvevej, og dermed også en referencehøjde i målepunktet 2500 meter fra start. Hvis flyvningen, hvor der støjmåles, afviger fra referenceflyvningen, korrigeres målingen og resultatet (certificeringsværdi) påføres støjcertifikatet. Der korrigeres for atmosfærisk dæmpning, afvigelse fra referencehøjden, propellens tiphastighed og motorens powersetting.

Ved afvigelse i flyvehøjde korrigeres med mere end ”den omvendte kvadratlov”, og det skyldes primært på grund af den atmosfærisk dæmpning.

Fra 1999 og frem til i dag er kravet til certificeringsværdi skærpet. Støj maksimalt 70 dB[A] op til flyets MTOW på 570 kg, stigende til 85 dB[A] ved 1500 kg, og herefter konstant.

### ***Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge, LVL***

Den tyske forskrift ”Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge” beskriver bl.a metode og støjkrav i forbindelse med typegodkendelse af ultralette fly i Tyskland. Denne eftervises ved støjmåling og resultatet kan findes på Gerätekennblatt for flytypen.

Ultralette fly kan karakteriseres som støjsvage, men også som fly med rigtigt gode stigpræstation. Principperne i LVL er identiske med Annex 16, kap10, hvor støjen måles med flyet i stigkonfiguration og med fuld motorydelse.

Støjkravet er skærpet væsentligt. I afstanden 2500 meter fra start må støjen maksimalt være 60 dB[A], det vil sige minimum 10 dB[A] lavere end ICAO’s støjkrav.

Desuden specificeres det at støjmålingen skal foretages når flyets højde er mellem 75 meter (246ft) og 150 meter (492ft), således at der kan fås en mere valid måling.

Målingen korrigeres til referencehøjden i afstanden 2500 meter efter den ”omvendte kvadratlov”. Her ses dog bort fra atmosfærisk dæmpning, som ellers indgår i Annex 16, kap10, og desuden sættes der en maksimal referencehøjde på 450 meter (1475ft).

Hvis støjtallet skal bestemmes ud fra LVL, skal der i stedet for at korrigere fra målehøjden og til referencehøjden, korrigeres til 300 meter (985 ft). Da der ikke tages

hensyn til atmosfærisk dæmpning, vil det beregnede støjtal ca. være ca.1 dB[A] større end det faktisk støjtal.

Det vurderes, at LVL målinger kan give valide støjtal for en lang række af de moderne ultralette fly i Danmark, idet de oftest allerede er godkendt i Tyskland.

Ydermere skal det fremhæves, at målingen netop er foretaget med fuld motorydelse og med flyet under stigning, netop som det efterfølgende vil indgå i støjberegninger.

### ***BL9-6***

I Danmark støjmåles der efter BL9-6. Her er principperne at der overflyves i 150 meter (492 ft), og med et krav på 60 dB[A] bestemmes det maksimale vedvarende omdrejningstal.

Under start og stigning i Danmark må der anvendes fuld motorydelse/omdrejningstal.

Denne målemetode giver umiddelbart ikke mulighed for at bestemme støjtallet. Men i Miljøstyrelsens vejledning "Støj fra flyvepladser", bilag 8, "Standardmetode for ultralet flyvning", er det forudsat at støjmissionen er 10 dB[A] højere ved start og stigning. Ud fra denne forudsætning, og med den omvendte kvadratlov, vil støjtallet for ultralette fly være 64 dB[A].

Dette støjtal formodes at være 1-2 dB[A] for højt. Ved antagelse af kvadratisk lastmoment fra propellen og ud fra erfaring med typiske omløbstal ved disse BL9-6 støjmålingen, kan korrektion for powersetting fra ICAO's Annex 16, kap10, anvendes. Beregnet på denne måde vil støjtallet typisk blive 61 - 63 dB[A].

---

## **KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING**

---

Det foreslås at der udføres en analyse af de danske ultralette fly. Dels for at fastlægge hvilke LVL støjmålinger, der er tilgængelige, og dels bestemme støjtallet for disse fly ud fra LVL støjmålingen. Præstationsdata som stigeevne, hastighed og startdistance og motortype fastlægges ligeledes i analysen.

Analysen af de danske ultralette fly foreslås sammenholdt med den registrerede flyvetid og det skal afgøres, om de danske ultralette fly kan samles i en gruppe eller skal opdeles i flere. Ideen med at sammenholde støjtal med flyvetiden, er at få et retvisende billede, således at de moderne støjsvage fly, der flyver meget, også vægtes mest.

For de fly, der ikke umiddelbart kan bestemmes via LVL, skal det vurderes om de forudsatte 64 dB[A] fra Miljøstyrelsens vejledning skal anvendes, eller om der evt. skal iværksættes en måling efter principperne i LVL.

---

## REFERANCER

---

ICAO Annex 16, Trafikstyrelsen

BL9-6, Trafikstyrelsen

Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge 1. august 2004, Deutschen Ultraleichtflugverbandes