

DANSK ULTRALET FLYVE UNION

FLYSTØJ FRA MINDRE PROPELFLY I DANMARK

EN SAMMENLIGNING AF STØJEMISSION FRA
ULTRALETTE OG MINDRE TRADITIONELLE
MOTORFLY

1. NOVEMBER 2013

RESUMÉ

Støjmissionen fra ultralette fly er sammenlignet med mindre General Aviation motorfly herefter kaldet GA fly, og resultatet er, at moderne ultralette fly støjbelastninger omgivelserne langt mindre end traditionelle GA fly.

Den overvejende støj fremkommer ved flyets start samt indtil flyet har opnået tilstrækkelig højde og afstand fra flyvepladsen. I denne rapport er støjen på jorden undersøgt i startbanes retning efter 1000 meter henholdsvis 2500 meter fra flyets startposition. Støjen er fastlagt som både den maksimale støj $L_{A,max}$ og støjdosens $L_{A,eq}$.

I punktet efter 1000 meter vil et ultralet fly give et maksimalt lydtrykniveau ved passage på 67,0 dB(A), og et typisk GA fly vil give 89,2 dB(A). Forskellen på 22,2 dB(A) svarer til at GA flyets maksimale støj er 166 gange større end ultralet flyet. Den modtagne støjdosens ved overflyvning vil for det ultralette fly være 79,6 dB(A) og ved det typiske GA fly 94,8 dB(A). I punktet modtages således i alt 15,2 dB(A) mere støj fra GA flyet, som svarer til 33 gange større støjdosens.

Ved det mere fjerne punkt i 2500 meter afstand, vil de tilsvarende værdier være maksimal støj på 58,2 dB(A) henholdsvis 77,5 dB(A), svarende til 85 gange. På støjdosens basis er det 74,3 dB(A) henholdsvis 88,5 dB(A), svarende til 26 gange.

Det ultralette fly adskiller sig ikke væsentligt operationelt fra almindelige GA fly med hensyn hastighed, flyvehøjder, aktionsradius eller støjbillede begrundet i motortypen. Derved er det ikke grundlag for at kategorisere ultralet flyvning som særlig flyaktivitet efter flystøjsvejledningen fra Miljøstyrelsen. Ligeledes kan der ikke findes argumenter for at knytte særlige vilkår til ultralet flyvning i forbindelse med miljøgodkendelser.

Denne rapport er den tredje blandt tre rapporter, og har til formål at sammenligne støj fra ultralet flyvning med traditionelle GA (General Aviation) propelfly. Dette undersøges for at vurdere om det er fagligt retvisende at Miljøstyrelsens flystøjsvejledning kategoriserer ultralet flyvning som særlig flyaktivitet.

Den første rapport 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 støjberedning efter Miljøstyrelsens vejledning 1994.

Åbyhøj 1. november 2013



Lektor, Civilingeniør
Henrik Rønberg

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

BAGGRUND

Siden 1994 hvor Miljøstyrelsens vejledning ”Støj fra Flyvepladser”/1/ blev publiceret, er udviklingen af ultralette luftfartøjer gået meget hurtig. Vejledningen bygger imidlertid på ultralette to-takts fly, som der eksisterede tilbage i 1980’erne. Derved er vejledningen i dag ikke ajour med hensyn til ultralette firetakts flys støjtal, præstationer og typiske flyveveje omkring flyvepladser.

Miljøstyrelsens vejledning finder anvendes ved myndighedsbehandling af flyvepladser efter miljøbeskyttelsesloven og planloven hos kommunerne, og giver retningslinjer for hvordan flystøj beregnes. I forbindelse med ultralet flyvning fremgår følgende af vejledningen.

Afsnit 2.3 Særlig flyaktivitet

Visse former for flyvning opfattes af befolkningen som aktiviteter med særlig genevirkning.

Flyvning med ultralette fly foregår normalt i lav højde (150-900 meter), og da motorkraften er begrænset, flyves der langsomt. De enkelte støjpåvirkninger kan derfor blive ret langvarige (især i modvind). Da ultralette fly ofte forsynes med motorer, der vælges mere ud fra kraft/vægt kriterier end ud fra støjmæssige hensyn, kan støjens frekvenssammensætning være meget generende. Ved kontrolmålinger har det desuden vist sig at de af Statens Luftfartsvæsen fastsatte krav til flyenes støjemmission i en række tilfælde ikke hidtil har været overholdt.

Ved beregning af støjbelastning efter DENL-metoden, som foreskrives i vejledningen, indgår flyvning med ultralette fly derfor med **ekstra** 5 dB ud over deres faktiske støj. Desuden åbner Miljøstyrelses vejledning mulighed for at fastsætte særlig vilkår i forbindelse med denne flyaktivitet, som det fremgår af nedenstående.

På flyvepladser, hvor der foregår de i afsnit 2.3 omtalte særlige flyaktiviteter (faldskærmsflyvning, visuelle landingsøvelser i forbindelse med skoleflyvning, flyvning med ultralette fly, kunstflyvning, rundflyvning) er de mulige støjgener for omgivelserne ikke som ved almindelig trafikflyvning fortrinsvis knyttet til starter og landinger. Der vil typisk også være tale om støjgener som følge af overflyvning af et videre område omkring flyvepladsen. En vurdering af disse støjgeners omfang bør indgå i behandlingen af godkendelsessagen. Det kan fastsætte vilkår i godkendelsen til at imødegåelse af sådanne mulige ulemper (side 123, vejledning 1994).

Desværre er konsekvensen af den forældede vejledning, at det ikke er fuldt ud muligt at udnytte de moderne ultralette fly til at få en støjreduktion for omgivelserne. Det kan medvirke til at fastholde privatflyvningen på ældre og væsentligere mere støjende fly på grund af at der i miljøgodkendelsen fastsættes vilkår, der begrænser de mindre støjende ultralette fly.

METODER OG BEREGNINGSGRUNDLAG

Der findes i 2013 ajourført og veldokumenteret data på moderne ultralette fly i Danmark, som er dokumenteret i /2/. Nærværende rapport vil dokumentere støjforholdene fra moderne UL fly i en sammenligning med traditionelle GA motorfly efter beregningsprincipperne i miljøstyrelsens flystøjsvejledning med anvendelse af de seneste data for ultralet fly.

Ligeledes vil med afsæt i de nye data for ultralette søgt dokumenteret, at der ikke er grundlag for at fastholde ultralet flyvning som en særlig flyaktivitet ud fra de oprindelige begrundelser, der er beskrevet i miljøstyrelsens flystøjsvejledning.

I flystøjsvejlednings bilag 6 (samt efterfølgende tillæg) findes en støj- og præstations-database for propelfly med MTOW under 5700 kg, og databasen omfatter ikke ultralette fly. På grund af de mange forskellige typer GA motorfly kan disse klassificeres i støjklasser og stigningsgradientklasser som vist henholdsvis figur 1 og figur 2. Fly med en stor stigningsgradient opnår hurtigere stor højde og dermed en mindre støjpåvirkning af omgivelserne.

Støjklasse	L_{Amax}	Middelstøjtal
I	≤ 70 dB	68 dB
II	71 - 75 dB	73 dB
III	76 - 80 dB	78 dB
IV	81 - 85 dB	83 dB

Figur 1 Støjklasser samt beregningsmæssig middelstøjtal

Stigegradientklasse	Stigegradient i %
A	≤ 9 (8)
B	10-12 (11)
C	≥ 13 (14)

Figur 2 Stiggradient klasser, beregningsværdi i parentes

De absolutte mest udbredte GA motorfly i Danmark er Cessna 172 og Piper 28. Disse to flytyper dækker over en række varianter, men langt hovedparten er i støjklasse II(73 dB) og i stigningsklasse A(8 %). For at begrænse efterfølgende beregninger vælges dette som et typisk GA motorfly. For at afdække variationen i GA flyflåden vælges også både den mest støjende kombination dvs. støjklasse IV(83 dB) med mindste stigningsgradient A(8 %), og den mindste støjende kombination med støjklasse I(68 dB) og maksimal stigningsgradient(14 %). Efterfølgende anvendes betegnelserne for disse kombinationer som GA_{typ} , GA_{maks} og GA_{min} .

For ultralette flys ved kommende anvendes støjtallet 63 dB og stigningsgradient på 20 % ud fra rapporten "Støj fra danske ultralette fly" /2/. Det vil efterfølgende blive betegnet som UL_{std} .

For både UL flyet og for de nævnte GA kombinationer bestemmes støjen ved start for en position i en afstand på 1000 meter og 2500 meter fra flys startposition. Der betyder eksempelvis at der ved en startbane på 800 meter, er observationspunktet er 200 meter henholdsvis 1700 meter fra banens ende og ved en direkte overflyvning af observationspunktet.

I beregningspositionerne bestemmes både den aktuelle støj i dB(A) samt støjdosen ved overflyvningen. Støjdosen tager hensyn til overflyvningens varighed og modsvarer beregningsmæssigt at overflyvningsstøjen bliver udsendt på 1 sekund.

Der ses bort fra støjen fra landing, da det sker med meget lav motorydelse, og er derfor forbunden med beskeden støj. Vejledningen foreskriver landingsstøjen som 8 dB lavere end ved start, og da dette er gældende for alle fly, vælges der i denne rapport at se bort fra det.

Støjberegningerne udføres ved avanceret computer simulering som er en væsentlig metodeforbedring i forhold til minimumsmetoden beskrevet i miljøstyrelsen vejledning. Beregningsprincipper, teorigrundlag og forudsætninger er i øvrigt i overensstemmelse med vejledningen.

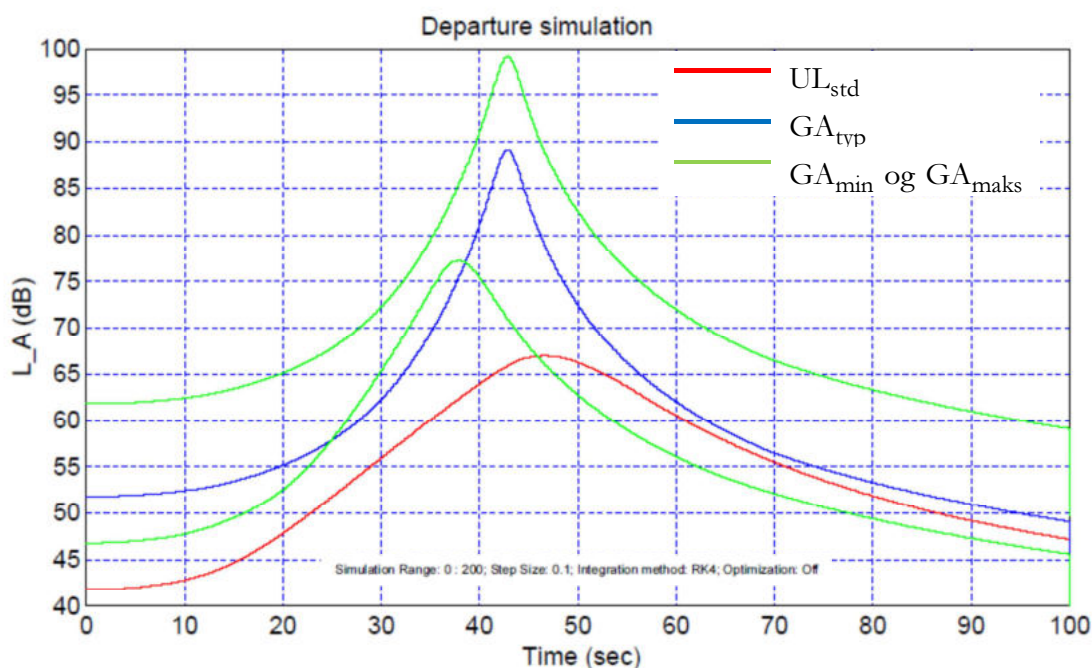
Rapporten ”Støj fra danske ultralette fly” /2/ anvendes bl.a. til at fastslå motortyper og derved at afdække hvorvidt støjens frekvenssammensætning stadig er som beskrevet i vejledningen, eller der ligeledes er sket en væsentlig udvikling.

Operationelle forhold såsom flyvehøjde afdækkes via Trafikstyrelsens /3/ ”Bestemmelser for civil Luftfart” (BL) som regulerer den civile luftfart i Danmark, samt /4/ ”DULFU håndbogen” som er godkendt af Trafikstyrelsen til at bekendtgøre de gældende bestemmelser, der regulerer UL-flyvningen i Danmark.

ANALYSE

Støjforhold ved ultralet flyvning.

Der er udført en række computer simuleret fly starter, og fælles er at netop når flyet giver fuld motorydelse ved enden af startbanen sættes tiden til 0 sekunder. Herefter accelererer flyet op på jorden indtil tilstrækkelig flyvefart, og overgår herefter til stigning. Hastigheden ved stigning er ved UL 54 knob. og ved GA flyvningerne 75 knob. I øvrigt udføres de simulerede starter som angivet i vejledningen.

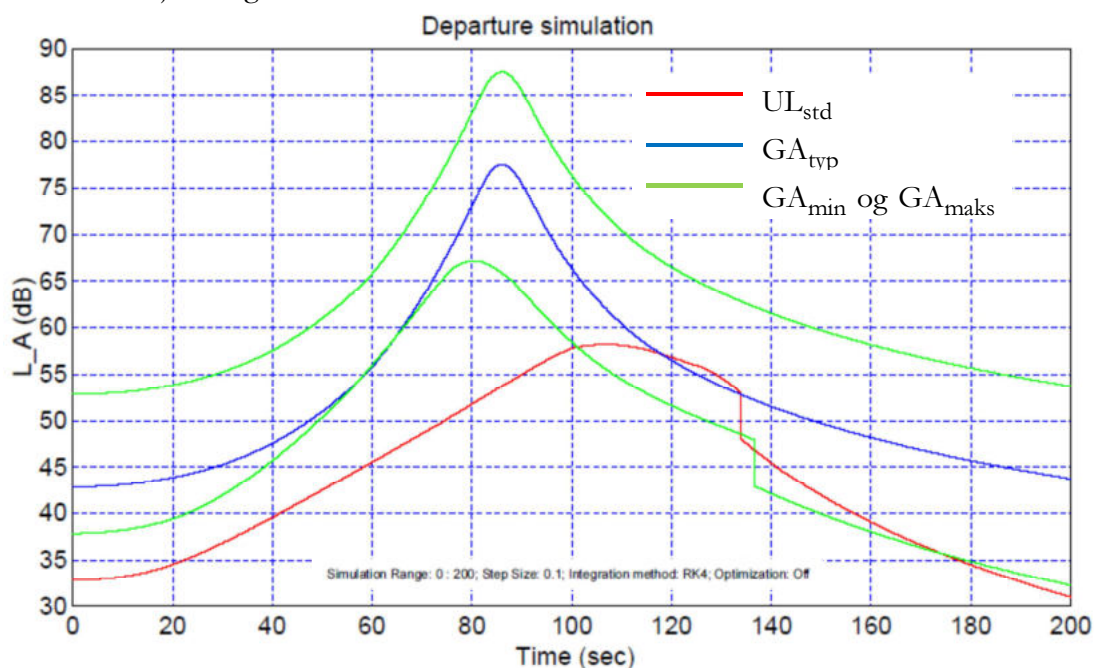


Figur 3 Lydtryksniveau i afstand på 1000 meter fra startposition

På figur 3 ses efter 42-43 sekunder vil det typiske GA fly passere over observationspunktet med en maksimal støjniveau på ca. 89 dB(A). UL flyet vil tilsvarende bruger ca. 47 sekunder på at nå observationspunkter, og støjniveauet ved passage vil maksimal være 67 dB(A).

Der er ligeledes udført simulering på både den mest og mindst støjende GA kombination og resultaterne er henholdsvis ca. 77 dB(A) og 99 dB(A).

Tilsvarende viser figur 4 computer simulering udført for afstanden 2500 meter. Det bemærkes her efter godt 130 sekunder reduceres støjniveauet momentant for både UL flyet og GA flyet med den bedste stigningsgradient. Det skyldes at cruise højde på 2000 ft.(610 meter) er opnået og motorydelse reduceres, og dermed støjen sænkes med 5 dB i henhold til vejledningen.



Figur 4 Lydtryksniveau i afstanden 2500 meter fra startposition

Ved observationspunktet 2500 meter, vil UL flyet efter godt 100 sekunder give et maksimal støjniveau på ca. 58 dB(A), hvor i mod det typiske GA fly efter godt 80 sekunder og i en noget lavere højde passerer punktet med støjniveau på ca. 78 dB(A).

Støjdosis ved de simulerede flyvninger er ligeledes bestemt, og er grafisk repræsenteret via arealet under kurven for den pågældende flyvning(under hensyntagen til den logaritmiske skala).

flytype	farve	maksimalt støjniveau L_{Amax} dB(A)		støjdosis L_{AE} dB(A)	
		1000 meter	2500 meter	1000 meter	2500 meter
afstand					
UL _{std}	rød	67,0	58,2	79,6	74,3
GA _{min}	grøn	77,2	67,2	86,0	80,5
GA _{tvp}	blå	89,2	77,5	94,8	88,5
GA _{maks}	grøn	99,2	87,5	105	98,5

Tabel 1 Oversigt over maksimal støjniveau og støjdosis i observationspunkterne

Resultaterne af computer simuleringerne er samlet i tabel 1. Det ses at det maksimale støjniveau fra UL flyet viser sig at være markant lavere end det typiske GA fly, og UL flyet er også markant lavere end det mest støjsvage GA fly ved begge afstande.

Ved ultralet overflyvning af et punkt efter 1000 meter er det 22, 2 dB(A) mindre støjniveau, og ved overflyvning efter 2500 meter er tilsvarende 19,3 dB(A) mindre støjniveau end det typiske GA fly. På grund af ultralet flyets mindre hastighed ved stigning, vil det ved støjdosering være lidt mindre markant, og tilsvarende værdier vil være 15,2 dB(A) og 14,2 dB(A). Da det er en logaritmisk skal er det stadig meget væsentlig forskel, idet 15 dB svarer til 32 gange mere støj.

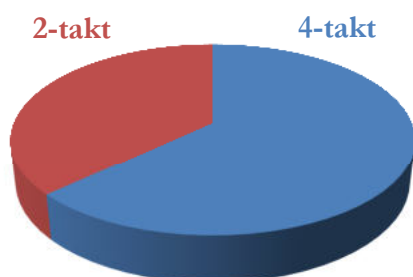
Ultralet flyvning som særlig flyaktivitet.

I Miljøstyrelsens vejledning: ”Da ultralette fly ofte forsynes med motorer, der vælges mere ud fra kraft/vægt kriterier end ud fra støjmæssige hensyn, kan støjens frekvenssammensætning være meget generende.”

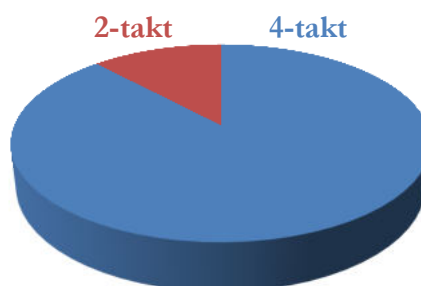
Der findes to motorkonstruktionsprincipper som benævnes 4-takt og 2-takt motoren. Det er sådan er en 4-takt motor har én arbejdstakt af de 4 takter (to motoromdrejninger), hvor en 2-takt motor har én arbejdstakt af de 2 takter (én motoromdrejning). Denne kendsgerning gør at motorvalget i de tidlige ultralette fly var 2-takt motorer, som var lettere i forhold til motorydelse, men desværre også medførte andet støjmæssig frekvens sammensætning.

Da Miljøstyrelsens vejledning blev publiceret i 1994 var samtlige danske ultralette fly udstyret med 2-takt motorer. Den hurtige teknologiske udvikling af ultralette fly, har gjort at i dag langt den største del af ultralette fly har 4-takt motor som i øvrigt også traditionelle GA motorfly har.

Den omfattende analyse i /2/ af den danske ultralette flyflåde anno 2012 kommer med følgende resultater. Fra tidligere at været helt domineret af 2-takts motorer fremkom ultralet fly med 4-takts motorer fra årtusindeskiftet. I de seneste år har alle nye fly været udstyret med 4-takts motorer, og pr 1. marts 2012 er 63 % af de dansk registreret UL fly med 4-takts motorer, figur 5.



Figur 5 Registreret UL fly pr 1/3 2012



Figur 6 Flyvetid registreret i 2012

Det ses på figur 6 at 4-takt UL fly dog står for langt den største flyaktivitet. I 2012 blev 88 % af den samlede registreret flyvetid udført med 4-takts UL fly. Derved er ældre 2-takt UL fly der er registreret ikke er særlige aktive. En udvikling der klart vil fortsætte fremover.

Miljøstyrelsen vejledning: ”Ved kontrolmålinger har det desuden vist sig at de af Statens Luftfartsvæsen fastsatte krav til flyenes støjmission i en række tilfælde ikke hidtil har været overholdt.”

Krav til støjmission fastsættes i Trafikstyrelsens BL9-6 /3/ og DULFU håndbogen /4/ og heraf fremgår det, at alle ultralette fly individuelt støjmåles ved godkendelse i Danmark. Ligeledes skal der ved en konfigurationens ændring som propel og udstødning udføres ny støjmåling.

Miljøstyrelsen vejledning: ”Flyvning med ultralette fly foregår normalt i lav højde (150-900 meter), og da motorkraften er begrænset, flyves der langsomt.

På flyvepladser, hvor der foregår de i afsnit 2.3 omtalte særlige flyaktiviteter (...) er de mulige støjgener for omgivelserne ikke som ved almindelig trafikflyvning fortrinsvis knyttet til starter og landinger. Der vil typisk også være tale om støjgener som følge af overflyvning af et videre (menes nok samme område gentagende gange//red.) område omkring flyvepladsen.”

For efterhånden nogle år tilbage var der krav til ultralette fly f.eks. at det kun var tilladt at flyve i beskeden højde, i umiddelbar nærhed af lufthavnen og med begrænsning på brændstofmængde. Mange af disse begrænsninger findes ikke mere. I Trafikstyrelsens BL9-6 /3/ er maksimalhøjde eksempelvis nu er FL95(2,9 km). I dag anvendes ultralette fly ofte til flyvning til udlandet. Andre tilbageværende begrænsninger er at UL-flyvning om natten ikke er tilladt, hvilket kun er en støjmæssig fordel for ultralet flyvning.

I analysen af støjforhold var udgangspunktet flyene Cessna172 og Piper28. Disse to udbredte GA fly sammenholdes med to af de mest udbredte ultralette fly, der er blevet registreret i de senere år. Det drejer sig om ultralet flyet CT fra Flight Design og Feata/Zephyr fra Atec.



Figur 7 Cessna Skyhawk til venstre og Piper 28 Cherokee til højre.

Cessna 172 -160 Skyhawk	Piper 28 -140 Cherokee
hastighed cruise 226 km/t	Hastighed cruise 204 km/t
aktionsradius 1185 km (5,2 timer)	aktionsradius 842 km (4,2 timer)
forbrug 40 liter/t (100LL blyholdig)	forbrug 33 liter/time (100LL blyholdig)

Tabel 2 Specifikationer for de mest udbredte varianter af C172 og PA28 i DK.



Figur 8 CTLS til venstre og Atec Faeta til højre.

CTLS	Atec Faeta
hastighed cruise 220 km/t	hastighed cruise 227 km/t
aktionsradius 2000 km (9 timer)	aktionsradius 1130 km (5 timer)
forbrug 14 liter/t (95 blyfri)	forbrug 14 liter/time (95 blyfri)

Tabel 3 Specifikationer for af CT og Faeta.

Som det fremgår af tabel 2 og tabel 3 afviger de moderne ultralette fly hverken på hastighed, flyvehøjde eller aktionsradius fra de GA fly, som ikke er omfattet af særlig flyaktivitet er Miljøstyrelsens vejledning. Der hvor der i virkeligheden er væsentlige forskel er, at ultralette fly bruger langt under halvdelen af det brændstof som GA motorfly typisk bruger.

KONKLUSION

Miljøstyrelsens vejledning ”Støj fra flyvepladser” er ikke ajour med hensyn til de ultralette fly, der findes i Danmark i 2013. Dels indeholder vejledningen ikke støjtal og præstationsdata for ultralette fly, og dels bygger vejledningen på operationelle, lovgivningsmæssige og flyteknologiske forældet grundlag, som ikke gør det muligt at opnå de miljømæssige gevinster udviklingen har muliggjort.

Moderne ultralette fly giver ved overflyvning af et punkt 1000 meter efter start et maksimalt støjniveau på 67,0 dB(A), og det typiske GA motorfly vil tilsvarende give 89,2 dB(A). Denne forskel på 22,2 dB(A) svarer til at GA flyets maksimale støjniveau er 166 gange større end ultralet flyets. Den modtagne støjdosis ved overflyvningen vil for ultralet flyet være 79,6 dB(A) og det typiske GA fly 94,8 dB(A). I punktet modtages således i alt 15,2 dB(A) mere støj fra GA flyet, som svarer til 33 gange større støjdosis.

Ved overflyvning af punktet i 2500 meters afstand, vil de tilsvarende værdier være på maksimal støj 58,2 dB(A) henholdsvis 77,5 dB(A), svarende til 85 gange. På støjdosis basis er det 74,3 dB(A) henholdsvis 88,5dB(A), svarende til 26 gange.

Ultralette fly adskiller sig ikke operationelt væsentligt fra almindelige GA motorfly med hensyn hastigheder, flyvehøjder, aktionsradius eller støjbillede begrundet i motortype. Derved er det ikke grundlag for at kategorisere ultralet flyvning som særlig flyaktivitet efter Flystøjsvejledningen fra Miljøstyrelsen. Ligeledes kan det ikke findes begrundelse for, at knytte særlige vilkår til ultralet flyvning i forbindelse med miljøgodkendelser

REFERENCER

- /1/ Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 5, 1994 "Støj fra flyvepladser" inkl. bilag, tillæg
- /2/ Støj fra danske ultralette fly, 11. september 2013, Dansk Ultralet Flyve Union
- /3/ Bestemmelser om ultralette flyvemaskiner, BL 9-6, 5 udgave, Trafikstyrelsen
- /4/ DULFU håndbogen, 2013, Dansk Ultralet Flyve Union