



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Udvidet datagrundlag for danske boligers lydisolation mod lavfrekvent støj

Miljørapport nr. 1866

Juni 2016

Redaktion: Miljøstyrelsen

Tekst: Bo Søndergaard, SWECO

Fotos: SWECO

ISBN: 978-87-93435-82-7

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Resume

Vindmøllebekendtgørelsens [1] værdier for lydisolations har været genstand for stor debat siden bekendtgørelsen trådte i kraft. Det bagvedliggende datagrundlag, der er tilvejebragt på baggrund af målinger i 27 rum i 14 boliger, ønskes derfor udvidet med henblik på en mere præcis bestemmelse af middelværdi og spredning af den lavfrekvente lydisolations for danske boliger. Samtidigt ønskes der yderligere fokus på huse, der repræsenterer boliger i det åbne land, hvor vindmøller aktuelt forefindes eller vil kunne etableres.

I den gennemførte undersøgelse har SWECO Acoustica gennemført målinger på 16 huse omfattende i alt 24 rum. Husene har været fordelt på lette sommerhuse, huse på landet og nye huse. Rummene omfatter bl.a. udnyttede tagetager som et nyt element i datasamlingen. I forbindelse med målingerne har der været fokus på at optimere målesystem og højtalersystem, så der kunne opnås resultater ved de laveste frekvenser. Der er således kun 2 målinger, hvor resultaterne i betydelig grad er påvirket af baggrundsstøj ved de laveste frekvenser.

Resultaterne fra de nye målinger viser følgende:

Lydisolationsen for lette sommerhuse ligger i størrelsesordenen 5 dB lavere end for gennemsnittet af alle de øvrige målinger

Landhuse skiller sig ikke ud fra huse i Danmark generelt med hensyn til lydisolations over for lavfrekvent støj.

Målingerne for lette sommerhuse er ikke gældende for sommerhuse generelt, men beskriver en specifik gruppe af letvægtskonstruktioner. Sommerhuse opført i tunge konstruktioner forventes at have en lydisolations som landhuse og byhuse generelt.

På baggrund af de gennemførte målinger er der opnået et sæt af lydisolationsværdier, der gælder for huse generelt og for de lette sommerhuse, som skiller sig ud fra de øvrige.

Summary (in English)

The values for sound insulation at low frequencies in the Danish Statutory Order for Wind Turbines [1] have been subject to discussion ever since the statutory order came in to action. For that reason, there has been a request to increase the underlying data background, which was based on measurements in 27 rooms in 14 residences. The expected outcome is a more precise determination of average and standard deviation for the low frequency sound insulation for Danish houses. Focus should be on houses representing residences in the countryside, where wind turbines are or could be established.

In the present investigation, SWECO Acoustica has performed measurements in 16 houses and 24 rooms in total. The distribution of houses has been lightweight holiday houses, houses in the countryside and newer houses. Rooms include rooms in the attic as a new element in the data. In connection with the measurements, the measurement and loudspeaker system has been optimized to give a good signal to noise ratio at the lowest frequencies. As a result only 2 of the measurements present data with significant influence of background noise at the lowest frequencies.

The main results can be summarized as follows:

The sound insulation for lightweight holiday houses are in the order of 5 dB lower than the average of all other measurements

Houses in the countryside do not have a lower sound insulation at low frequencies than Danish houses in general

Measurement results for lightweight holiday houses do not represent holiday houses in general but are valid only for a specific group of lightweight constructions. Holiday houses in heavy structures are expected to be similar to Danish houses in general.

Based on the measurements and previous data a set of sound insulation data for houses in general and for lightweight holiday houses is established.

INDHOLDSFORTEGNELSE

Resume	3
Summary (in English)	4
1 Indledning og Formål	6
2 Metode	7
2.1 Målemetode	7
2.1.1 Mikrofonpositioner	7
2.1.2 Højtalerposition	7
2.1.3 Lydkilde	10
2.2 Målesystem	11
2.3 Udvælgelse af egnede boliger	13
2.4 Gennemførelse af målingerne	13
2.5 Databehandling	14
2.5.1 Metodebeskrivelse	14
2.5.2 Indledende analyser	14
2.5.3 Usikkerheder	16
3 Måleresultater	17
4 Sammenligning med Bekendtgørelse 1736	22
5 Referencer	24
BILAG 1: MÅLERESULTATER FOR INDSÆTNINGSDÆMPNING	50
BILAG 2: SUPPLERENDE KURVER OVER INDSÆTNINGSDÆMPNING	51
BILAG 3: INSTRUMENTLISTE	54

1 Indledning og Formål

Vindmøllebekendtgørelsens [1] værdier for lydisolations har været genstand for stor debat siden bekendtgørelsen trådte i kraft. Det bagvedliggende datagrundlag, der er tilvejebragt på baggrund af målinger i 27 rum i 14 boliger, ønskes derfor udvidet med henblik på en mere præcis bestemmelse af middelværdi og spredning af den lavfrekvente lydisolations for danske boliger. Samtidigt ønskes der yderligere fokus på huse, der repræsenterer boliger i det åbne land, hvor vindmøller aktuelt forefindes eller vil kunne etableres. For at sikre fuld sammenlignelighed med det eksisterende datagrundlag, må metodevalget fra de tidligere måleserier i overensstemmelse med Miljøstyrelsens orientering om lavfrekvent støj med tilhørende rettelsesblad fastholdes.

Med udgangspunkt i en relativ stor variation i resultaterne fra de tidligere måleserier vurderes det, at det vil være fornuftigt at underbygge og udvide datagrundlaget for lavfrekvent lydisolations af bygningsfacader. Samtidigt vil nye supplerende data kunne danne baggrund for en evaluering af de nuværende fastsatte værdier for lydisolations.

Miljøstyrelsen ønsker på denne baggrund en udvidelse af datagrundlaget for danske boligers lydisolations mod lavfrekvent støj.

I den gennemførte undersøgelse har SWECO Acoustica gennemført målinger på 16 huse omfattende i alt 24 rum. Husene har været fordelt på lette sommerhuse, huse på landet og nye huse. Rummene omfatter bl.a. udnyttede tagetager som et nyt element i datasamlingen.

2 Metode

I de tidligere undersøgelser [2], [3], [4] og [5] er der taget udgangspunkt i Miljøstyrelsens orientering om lavfrekvent støj fra 1997 [6] med henblik på valg af målepositioner samt DS/EN ISO 140-5:1998 [7] med henblik på selve metoden for måling af facadeisolation. Dette er som beskrevet nedenfor også fulgt i denne undersøgelse.

2.1 Målemetode

2.1.1 Mikrofonpositioner

Målingerne foretages med udgangspunkt i Miljøstyrelsens orientering om lavfrekvent støj fra 1997, men suppleres med DS/EN ISO 140-5:1998. Denne standard beskriver bl.a. hvordan man med et højtaltersystem kan foretage måling af en facades lydisolations i frekvensområdet fra 50 Hz til 5000 Hz. DS/EN ISO 140-5 foreskriver mindst 5 målepositioner fordelt i rummet. Disse målepositioner er sammenlignelige med de mindst 3 målepositioner beskrevet i Orienteringen fra 1997 plus rettelsesbrev. Det vælges at anvende i alt 5 målepositioner. Dermed opnås væsentlig bedre sikkerhed for at positioner med atypiske støjniveauer kan identificeres og vurderes. Niveauforskellen baseres på middelværdien af indsætningsdæmpningen fra 3 målepositioner indendørs i forhold til den udendørs måleposition, som beskrevet i orienteringen om lavfrekvent støj. Alternativt kan alle gyldige målepositioner anvendes i beregning af middelværdien.

2.1.2 Højtalerposition

DS/EN ISO 140-5:1998 giver anvisning på placering af lydkilden på terræn foran facaden, men det har været anført, at dette ikke er repræsentativt for vindmøllestøj, der ankommer til huset fra en større højde, specielt for rum i en udnyttet tagetage. DELTA har for Miljøstyrelsen foretaget en analyse af lydfeltets variation over facade og tag for forskellige placeringer af lydkilden [8]. Analysen peger på at en placering på terræn er velegnet, men at afstanden til facaden bør være mindst 10 m ved målinger på skrå tagflader. Acoustica har indledningsvis foretaget testmålinger, hvor der har været anvendt både lydkildeplacering på terræn samt i en lift i en højde på 9 m. Målesetup er vist i Figur 1, Figur 2 og Figur 3. Afstanden til facaden var for begge højder 10 m. I Figur 4 er resultaterne fra målingerne vist. Over 30 Hz er de 2 kurver næsten ens, mens der under 30 Hz er større forskel på resultaterne. Forskellen er usystematisk idet kurverne krydser ved 20 Hz.

Da det er vanskeligt at sammenligne konsekvenserne af forskellige kurver for indsætningsdæmpning, er der i denne rapport indført et nyt begreb. Det forventede indendørs lavfrekvente vindmøllestøjniveau. Det beregnes som det indendørs A-vægtede lavfrekvente støjniveau baseret på indsætningsdæmpningen, et standardspektrum for vindmøller over 2 MW fra [9] vist i tabel 1, i en afstand på 500 m og en navhøjde på 90 m, normeret til et niveau på 44 dB(A) udendørs. De to afprøvede højtalerhøjder giver i denne betragtning anledning til indendørs støjniveauer, som afviger 0,1 dB fra hinanden.

Frekvens	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
$L_{WA, 1/3\text{-oktav}}$	-61,2	-55,7	-49,5	-44,3	-39,1	-35,3	-31,2	-27,5	-24,4	-20,4	-18,6	-16,7	-15,8

Tabel 1. Standardiseret lavfrekvent vindmøllestøjspektrum fra [9] for vindmøller over 2 MW. Spektret er A-vægtet og er normeret til $L_{WA}=0$ dB re 1pW



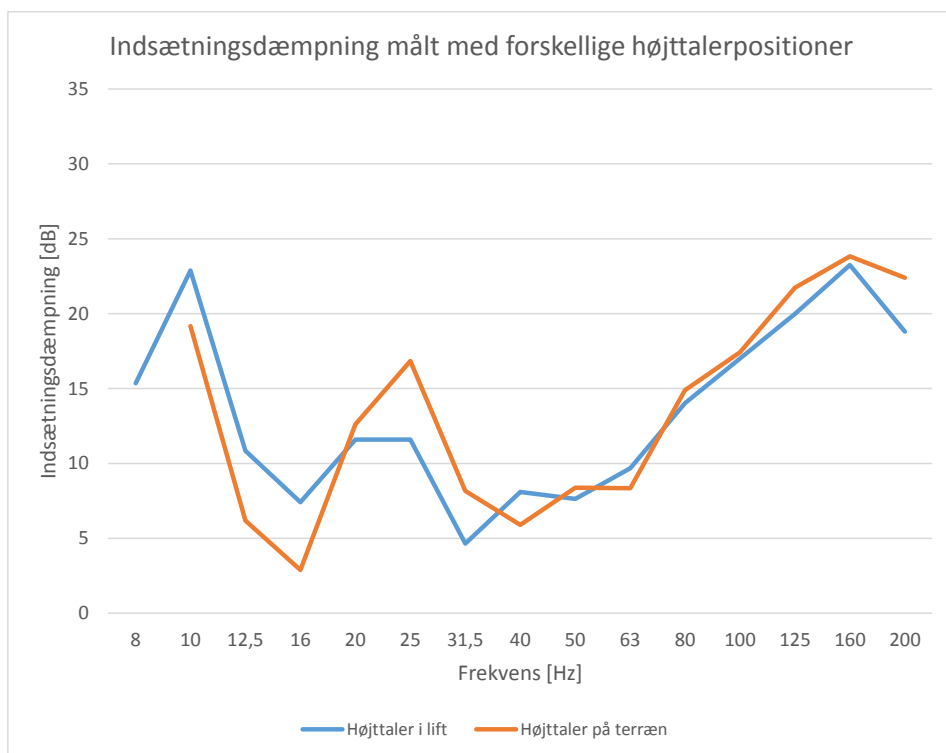
Figur 1. Højtaler i lift 9 m over terræn



Figur 2. Højtaler placeret på terræn set fra tagvindue



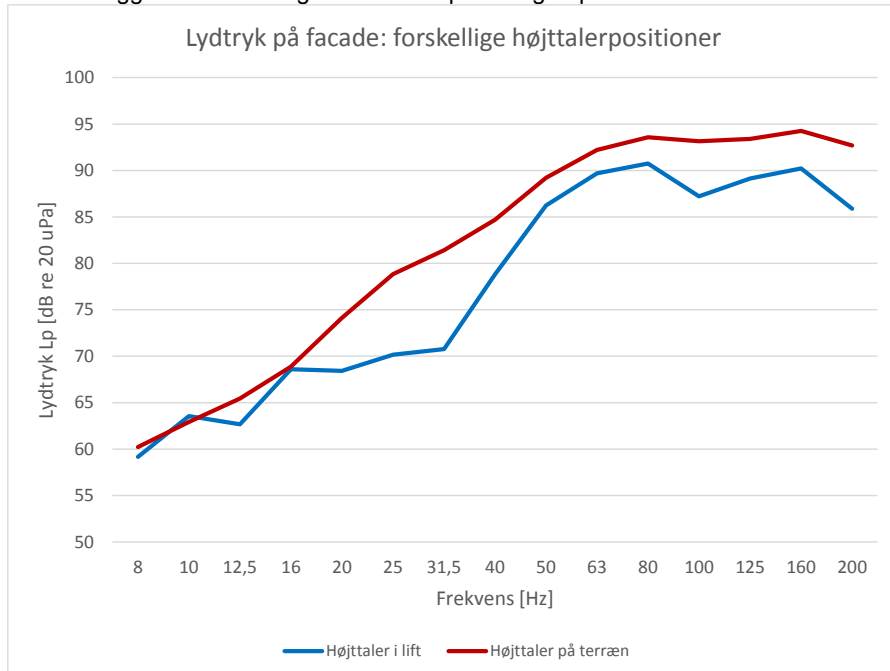
Figur 3. Placering af udendørs mikrofoner på tagvinduer



Figur 4. Sammenligning af indsætningsdæmpning målt med højttaler i 9 m højde og på terræn for en udnyttet tagetage.

Testmålingerne viser desuden, at på grund af interferensfænomener er der et kraftigt dyk i lydtrykket på facaden i frekvensområdet mellem 16 Hz og 40 Hz ved anvendelse af den høje placering af lyd-kilden. Dette kan føre til dårligt signal/støjforhold ved disse frekvenser. Sammenligning mellem lydtryk på facaden (taget) for de 2 positioner af lyd-kilden er vist i Figur 5. Der er god overensstemmelse mellem DELTA's analyse og måleresultaterne.

På den baggrund er det valgt at anvende placeringen på terræn for resten af undersøgelsen.

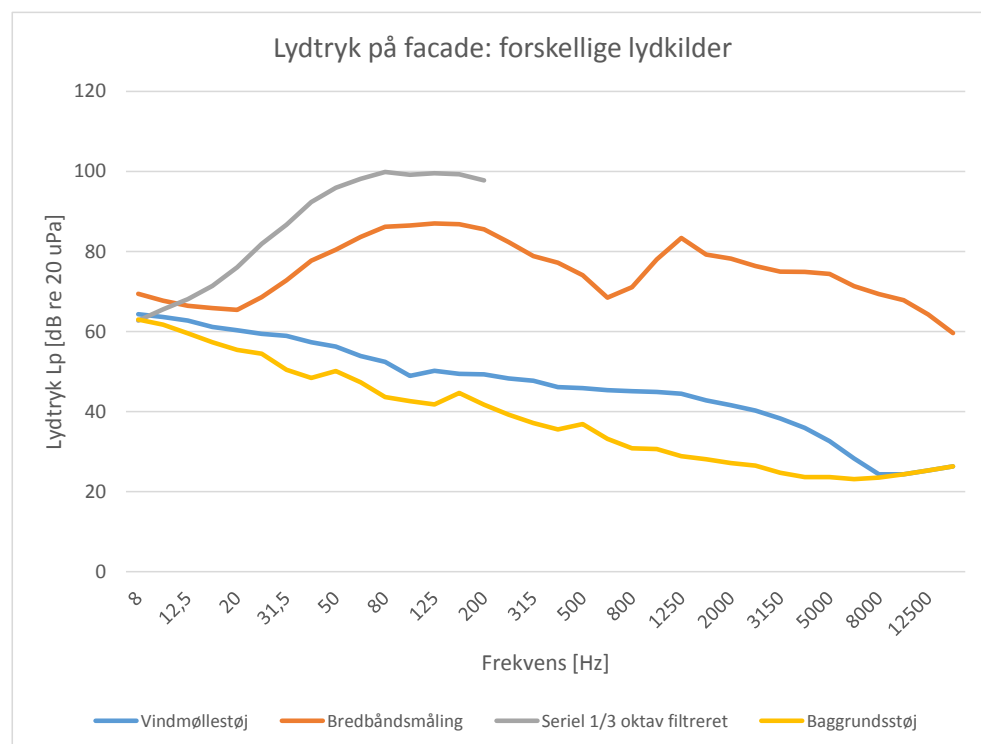


Figur 5. Sammenligning af lydtryk på facade målt med højttaler i 9 m højde og på terræn for en udnyttet tagetage. Kurverne er uden frekvensvægtning (Lineære)

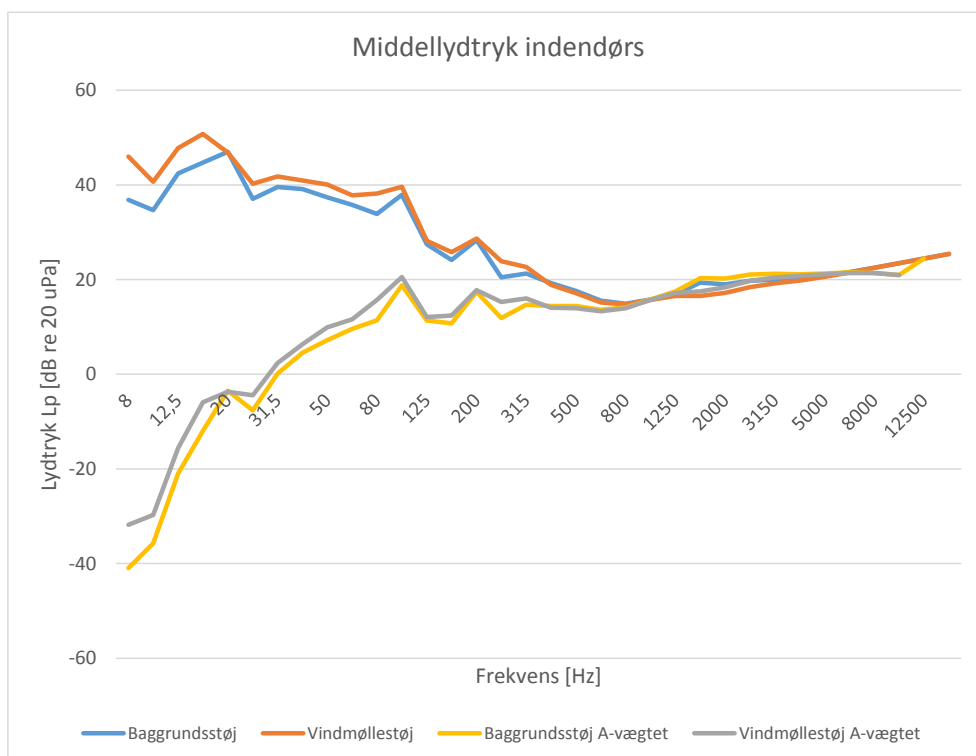
2.1.3 Lydkilde

Testmålingerne blev udført på Høvsøre Testcenter, fordi det gav mulighed for at lave målinger med en vindmølle som lydkilde, idet der står en vindmølle tæt på bygningen i ca. 190 m afstand. Dette er mindre end halvdelen af minimumsafstanden for denne type af vindmølle. Disse målinger blev ikke gennemført fuldt ud på grund af indkøring af målesystemet, men i Figur 6 er der vist en sammenligning af lydtrykket fra hhv. vindmøllen og fra målesystemet (højtalerstøj) målt på den lodrette facade. Med målesystemet blev der anvendt både 1/3-oktav filtreret bredbåndet støj, hvor 1/3-oktaverne blev afspillet én ad gangen og bredbåndet støj i hele frekvensområdet på en gang. Til sammenligning er også baggrundsstøjen vist. Det fremgår at lydtrykket fra vindmøllen ligger mere end 10 dB under niveauet fra målesystemet allerede ved 20 Hz og 50 dB ved 160 Hz. Det indendørs vindmøllestøjniveau er vist i Figur 7 sammen med baggrundsstøjen. Forskellen på vindmøllestøjen og baggrundsstøjen er ved alle frekvenser under 6 dB. Under 25 Hz forventes begge kurver at repræsentere baggrundsstøjen, der varierer meget ved disse frekvenser. Niveauerne er desuden mere end 30 dB under høretærsklen.

Målingerne viser, at det vil være forbundet med store vanskeligheder at måle indsætningsdæmpningen nøjagtigt baseret på en vindmølle som lydkilde. Vindhastigheden på måletidspunktet var mellem 8 m/s og 9 m/s i navhøjde som middelværdi over 10 minutter og vindretningen var ca. 120°, fra bygningen mod vindmøllen. Da vindretningen ikke er afgørende for højt-placerede støjkilder i kort afstand svarer forholdene til at støjniveauet fra vindmøllen på måletidspunktet har været indenfor 2 dB af det maksimalt forekommende lydniveau for vindmøllen. Vindmøllen er af typen Vestas V100-2MW. Vestas er indforstået med at disse målinger er anvendt i rapporten. DTU-Vind har velvilligt stillet bygningen på Høvsøre til rådighed for målingerne.



Figur 6. Sammenligning af lydtryk på facade målt med forskellige lydkilder, højtaler på terræn og vindmølle. Til sammenligning er baggrundsstøjen vist. Baggrundsstøjen indgår i kurverne for både vindmøllestøj og højtalerstøj. Kurverne er uden frekvensvægtning (Lineære)



Figur 7. Målt vindmøllestøjniveau indendørs sammenlignet med måling af baggrundsstøj. Kurverne er uden frekvensvægtning (Lineære). Til sammenligning er de A-vægtede kurver vist. Under 25 Hz forventes begge kurver at repræsentere baggrundsstøjen, der varierer meget ved disse frekvenser. Niveauerne er desuden mere end 30 dB under høretærsklen. Spidsen ved 100 Hz stammer fra kontorudstyr eller lignende, idet bygningen ikke var lukket ned under målingerne.

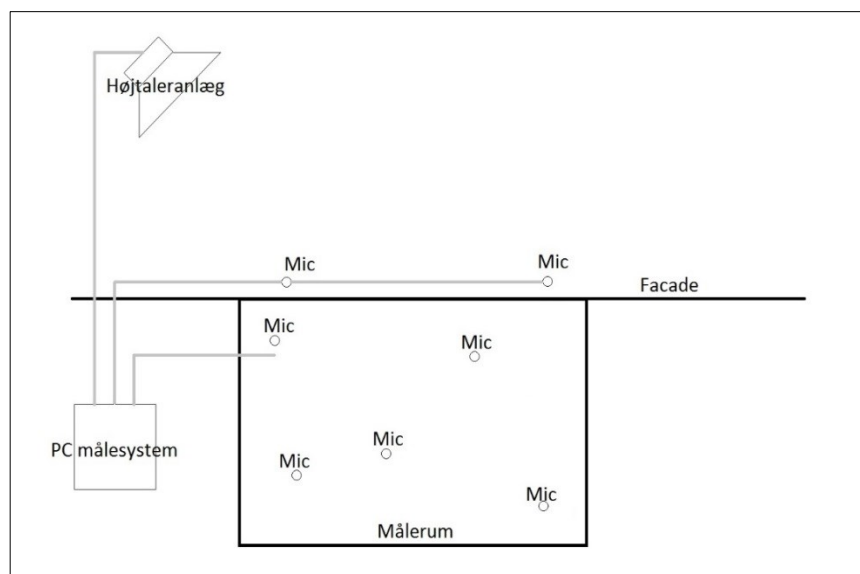
2.2 Målesystem

Måleprincipperne er i opgavebeskrivelsen fastlagt til at følge metoderne, der er anvendt ved de tidligere undersøgelser. Derfor er målingerne udført ved anvendelse af et kraftigt højttaler-anlæg placeret udendørs, hvorigennem der afspilles testsignaler ved forskellige frekvenser. Det udendørs lydniveau bestemmes ud fra 2 målepositioner på facaden (+6 dB måling) samtidig med at det indendørs lydniveau bestemmes ud fra 5 målepositioner fordelt i rummet. Dataopsamling samt generering af testsignaler er sket gennem et egenudviklet pc-baseret 12 kanals målesystem. Målesystemet er kalibreret og godkendt til akkrediterede støjmålinger. Måleopstillingens princip er vist i Figur 8.

Målepositioner er valgt ud fra følgende kriterier:

2 stk. placeres udvendigt på facade 1,5-2 meter over terræn. Mikrofoner placeres på medbragte "facadeplader", direkte på facaden eller på vinduer, således at mikrofonerne er placeret ud for målerummet – ca. 1 m fra målerrummets skillevægges tilslutning til facaden (højre og venstre side).

5 stk. placeres indvendigt i målerummet i forskellige højder – mindst 0,5 fra rummets vægge eller større møbler samt mindst 0,7 meter (helst 2 meter) fra andre mikrofoner. Symmetrilinier skal undgås – mindst 20 cm fra symmetrilinier. Mikrofoner må heller ikke ligge i et plan, som er planparallelt med rummets flader. Undgå midten af rummet.



Figur 8. Skitse af måleopstilling

Højtaleranlægget er placeret 10 m fra facaden og i en vinkel på 45 grader på facaden ved det rum hvori målinger foretages. Denne placering er baseret på et kompromis mellem muligt maksimalt lydtryk på facaden samt ensartet lydniveau langs facaden. Højtaleranlægget er opbygget af 2 stk modificerede subwooferkabinetter med hver 1stk 18" enhed og et fuldtone-kabinet indeholdende 1stk 12" enhed samt 1 stk kompressionshorn. Ved de første målinger er der kun anvendt en enkelt subwoofer, men for at sikre et passende signal/støj forhold blev der udvidet med yderligere en subwoofer. Fuldtone-kabinetet anvendes kun ved målinger i hele frekvensspektret og er ikke anvendt i analyserne i denne rapport. Hvert kabinet drives af hver deres effektforstærker, hvor signalet til subwooferkabinetterne er lavpas-filtreret og signalet til fuldtone-kabinetet er højpas-filtreret.

Dataopsamling sker gennem et egenudviklet pc-baseret 12 kanals målesystem bestående af et National instruments cDAQ modul 9174 monteret med 3 stk 4-kanals analog-input-enheder (NI9234) samt en enkelt 2-kanals analog-output-enhed (NI9260). Softwaren hertil er udviklet i Labview. Denne opsætning muliggør samtidig måling i alle mikrofonpositioner. Det sikrer, at den efterfølgende analyse udføres for præcis de samme perioder i alle kanaler, hvilket reducerer usikkerheden på resultaterne af målingerne.

Testsignalerne, der generes i målesystemet og afspilles via højtaleranlægget, er 1/3 oktav filtreret bredbåndet støj med reduceret topfaktor i frekvensområdet 8Hz til 200Hz. Signalerne afspilles sekventielt og i 20 sekunder pr 1/3-oktavnband.

Ved målingerne gennemføres følgende målesekvens:

Baggrundstøj, 60 sekunder.

1/3- oktavfiltreret bredbåndsstøj med reduceret topfaktor i frekvensområdet 8Hz til 200Hz. Signalerne afspilles sekventielt og i 20 sekunder pr 1/3-oktavnband.

Baggrundstøj, 60 sekunder.

Bredbåndsstøj i frekvensområdet 8 Hz til 10 kHz, 60 sekunder. Denne måling foretages for at vurdere signalstøj forholdet i et bredere frekvensområde.

Baggrundstøj, 60 sekunder.

For hvert rum, hvori der foretages målinger, gentages denne sekvens 3 gange. Dette giver mulighed for at sortere måleperioder med kortvarig forstyrrende støj fra i analyserne.

Instrumentliste er vist i bilag 3.

2.3 Udvalgelse af egnede boliger

Undersøgelsens fokus er ældre/typiske boliger på landet og lette sommerhuse. Denne type af huse er ikke specifikt inkluderet i datagrundlaget fra tidligere. Derudover inkluderes enkelte parcelhuse som reference i forhold til de tidligere undersøgelser. I forbindelse med udvælgelsen af sommerhuse, er der fokuseret på letvægtskonstruktioner, idet disse forventes at have en generelt lavere lydisolationsniveau end et gennemsnitligt hus. Øvrige sommerhuse, forventes at være sammenlignelige med et gennemsnitligt hus.

Ved udvælgelsen af sommerhuse er der søgt huse med varierende tagkonstruktion samt forskellige byggeår (1952 – 2008) – dog er alle bragt op til nyere standard i forhold til anvendte vinduer og interiør. Alle sommerhuse er i ét plan, da dette er det absolut mest udbredte blandt letvægtshuse.

Landhusene er valgt som enkeltliggende boliger i det åbne land. Der er søgt en god aldersvariation fra år 1800 til år 1954 – alle opført i tunge vægge med saddeltag. De fleste har en udnyttet tagetage. Tagbelægningen varierer fra tung tegl over lettere eternittag til helt lette metalplader. Bygningerne har bevaret den oprindelige grundkonstruktion, men er i større eller mindre grad renoveret op til nyere standard – herunder har alle termovinduer.

De to parcelhuse er valgt dels som et relativt nyt (år 2007) med et stort glasareal, dels et klassisk parcelhus (år 1979) – begge med relativt lette tagbelægninger.

De udvalgte boliger og beskrivelse findes i måleblad 1-24.

2.4 Gennemførelse af målingerne

Målinger er udført efter den i afsnit 2.2 beskrevne metode og for at sikre bedst mulige resultater er der taget højde for flere faktorer før og under målingerne. Disse er:

- Målinger er så vidt muligt udført på dage uden nedbør og med svag eller ingen vind for at minimere baggrundsstøjen.
- Indendørs støjklude såsom køleskabe og ventilation blev så vidt muligt slukket under målingerne for at minimere baggrundsstøjen.
- På adresser hvor det var nødvendigt at anvende egen strømgenerator var denne placeret på modsatte side af huset af hvor målinger blev foretaget for at minimere støjen fra denne.
-

Målerum samt placering af højtaleranlægget og udendørs mikrofoner er valgt på baggrund følgende kriterier:

- Muligheden for at trække kabler ind i huset via andet rum end målerummet for at undgå læk af lyd gennem åbne vinduer/døre.
- Mulighed for at placere højtaleranlægget efter de i afsnit 2.1.2 beskrevne placering.
- Mulighed for at placere udendørs mikrofoner efter de i afsnit 2.1.1 beskrevne placeringer.
- Mulighed for at vælge relevant rum i forhold til andre udførte målinger og derved mulighed for at skabe diversitet.
- Læ for vinden på dage hvor denne vurderes af betydning.

Målingerne er udført uden store afvigelser med undtagelse af enkelte rum med lille areal og stor grad af møblering. I disse tilfælde var enkelte mikrofonpositioner ikke mulige. Ligeledes var det ikke muligt at overholde minimumafstanden mellem enkelte mikrofoner.

2.5 Databehandling

2.5.1 Metodebeskrivelse

Formålet med målingerne er at bestemme indsætningsdæmpningen for de enkelte facader baseret på de 2 udendørs målepositioner og de 5 indendørs målepositioner.

Resultaterne af flere målinger af baggrundsstøj og 1/3-oktav filtreret bredbåndsstøj fra målesekvensen midles aritmetisk for hver måleposition.

Målingen i de enkelte kanaler korrigeres med de tilhørende resultater for måling af baggrundsstøj. Hvis forskellen på totalstøj og baggrundsstøj er mindre end 1,3 dB skal data udelades. Hvis forskellen er mellem 1,3 dB og 6 dB korrigeres med 1,3 dB, svarende til en forskel på 6 dB. Dette sikrer mod at indsætningsdæmpningen overvurderes på et usikkert grundlag. Ellers korrigeres på energibasis på normal vis.

De 2 udendørs målinger midles på energibasis til et fælles udendørs støjniveau. Der fratrækkes 6 dB da målingerne er udført som + 6 dB målinger med mikrofonerne monteret direkte på facaden, på vinduer eller på en træplade placeret op mod facaden.

For hver kanal beregnes niveaudifferensen i forhold til det fælles udendørs støjniveau. Det er herefter muligt at beregne en middel niveaudifferens fra flere målepositioner ved anvendelse af Reciprocal Power average som beskrevet nedenfor i nedenstående formel.

$$I_{avg} = 10 \times \log N - 10 \times \log \left(\sum_{i=1}^N 10^{(-\frac{I_i}{10})} \right)$$

Hvor N er antal målepunkter og I er indsætningsdæmpningen beregnet i hvert punkt.

2.5.2 Indledende analyser

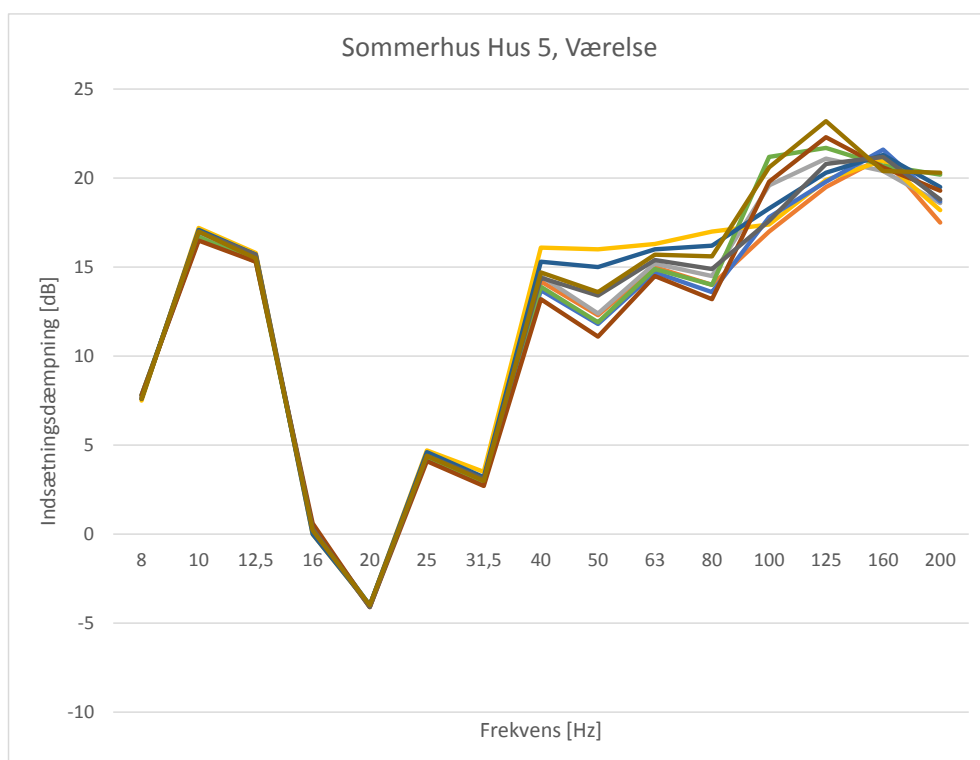
Følgende midlinger er lavet ud fra målingerne for at vurdere af at anvende 3 målepositionerne.

- ISO standard: Alle MST punkter
- MST Hjørne A+MST3+MST 4
- MST Hjørne A+MST3+MST 5
- MST Hjørne A+MST4+MST 5
- MST Hjørne B+MST3+MST 4
- MST Hjørne B+MST3+MST 5
- MST Hjørne B+MST4+MST 5
- MST Hjørne A+MST Hjørne B+ MST 3
- MST Hjørne A+MST Hjørne B+ MST 4
- MST Hjørne A+MST Hjørne B+ MST 5
- Alle MST punkter fraregnet den position, der giver højest lydisolation

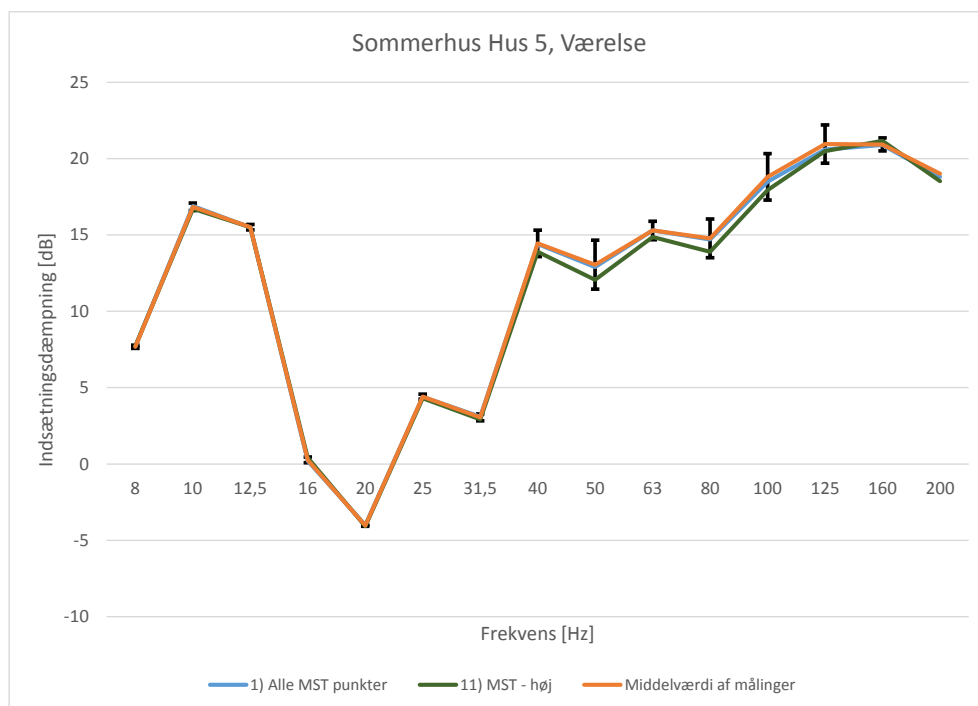
Midlingerne 2 til 10 svarer til hvad der er gjort i de tidligere undersøgelser. Midling 1 er taget med ud fra tanken om at det må være mere robust at anvende samtlige målepunkter end en tilfældig kombination af 3 målepunkter. Midling 11 er tilføjet, da den giver mulighed for at undlade en måleposition, hvor lydniveauet er utypisk lavt og udelukkende basere resultaterne på de øvrige 4 målepositioner. Dette vil sikre mod at et enkelt uheldigt valgt målepunkt påvirker resultatet i retning af en højere lydisolation. Udvælgelsen af hvilket målepunkt, der ligger lavt kan gøres på flere måder, men i denne sammenhæng er der taget udgangspunkt i det laveste støjniveau, når indsætningsdæmpningen anvendes på et typisk vindmøllespektrum (det forventede indendørs vindmøllestøjniveau). I Figur 9 er indsætningsdæmpningen vist for midlingerne 2 – 10. Det kan ses, at der over 40 Hz er en vis variation i indsætningsdæmpningen afhængigt af

hvilken målepunkter, der er midlet sammen. Da kurverne ikke er systematisk høje eller lave er den største forskel i det forventede indendørs vindmøllestøjniveau kun 1,2 dB.

Afhængigt af hvilken af kurverne, der vælges, vil der altså være en vis variation i det resulterende støjniveau indendørs. Det vurderes, at en mere robust parameter er midling 1, hvor samtlige målepunkter anvendes, alternativt midling 11, hvor den kurve, der giver det laveste niveau af det forventede indendørs vindmøllestøjniveau udelades. Disse kurver er vist i Figur 10 sammen med middelværdien og standardafvigelsen af midlingerne 2-10. Det kan ses, at midling 11 ligger på eller under middelværdien af de øvrige midlinger og dermed giver et højere indendørs niveau af vindmøllestøj. I dette tilfælde 0,2 dB under det maksimale niveau og i størrelsesordenen 1 dB over det laveste niveau. Det er besluttet at anvende midling 11 i data-behandlingen generelt. Med denne beslutning opnås resultater for lydisolationen, der konsekvent ligger tæt på den laveste værdi, der kan opnås på baggrund af målingerne.



Figur 9. Indsætningsdæmpning i dB for midling 2 – 10 for Sommerhus, hus 5 værelse.



Figur 10 Indsætningsdæmpning i dB for 3 midlingstyper. Det er besluttet at anvende midlingstype 11 som generel metode.

2.5.3 Usikkerheder

Et estimat for usikkerheden på måling af indsætningsdæmpningen kan findes i DS/EN ISO 12999-1 "Akustik – Bestemmelse og anvendelse af måleusikkerheder i bygningsakustik – Del 1: Lydisolation" 1. udgave 2014-06-12 [10]. Usikkerheden er givet i 1/3-oktavbånd fra 50 Hz og op og er vist for det lavfrekvente område i i 1/3-oktavbånd fra 50 Hz og op og er vist for det lavfrekvente område i i 1/3-oktavbånd fra 50 Hz og op og er vist for det lavfrekvente område i tabel 2.

Frekvens	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
σ_{situ}	6,0	6,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,6	3,2	2,8	2,8	2,4	2,0	1,8

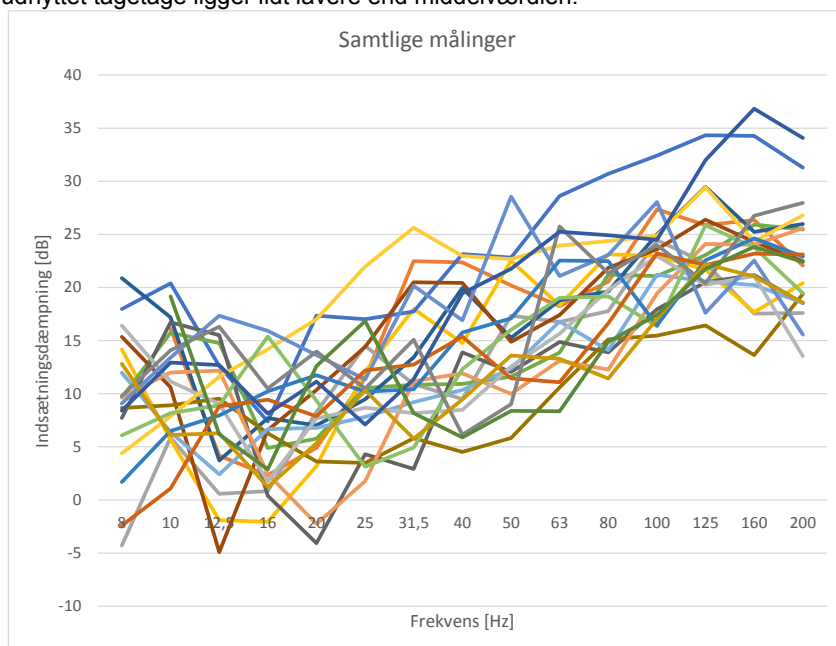
Tabel 2. Standard usikkerheder for måling af indsætningsdæmpning. Værdier under 40 Hz er estimeret.

Det fremgår, at usikkerheden på målingerne er lavest ved de høje frekvenser, der er mest afgørende for beregning af det forventede indendørs lavfrekvente vindmøllestøjniveau og bliver større ved de lavere frekvenser, der ikke har så stor betydning.

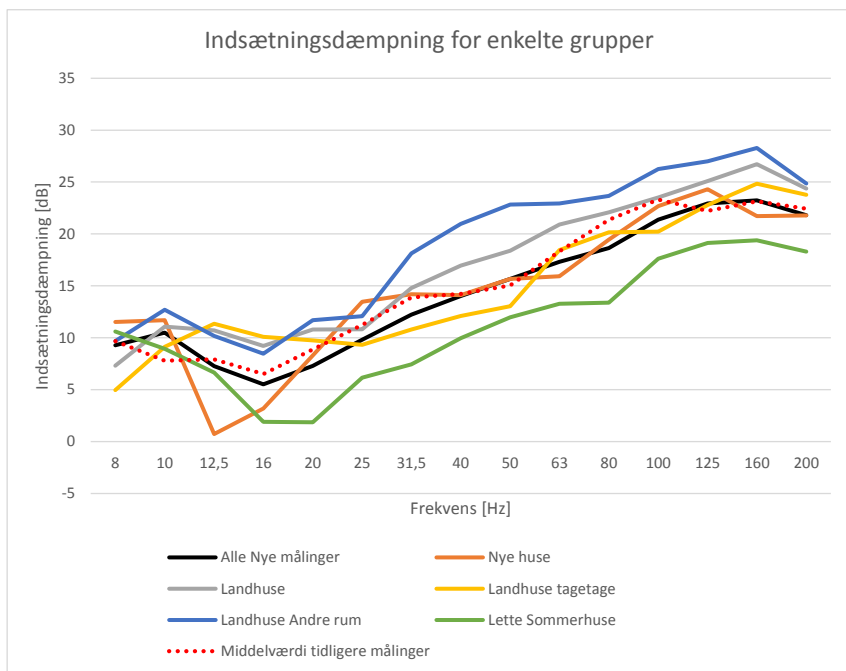
3 Måleresultater

Måleresultaterne for de enkelte huse og værelser findes i måleblad 1-24, sammen med en beskrivelse af husene.

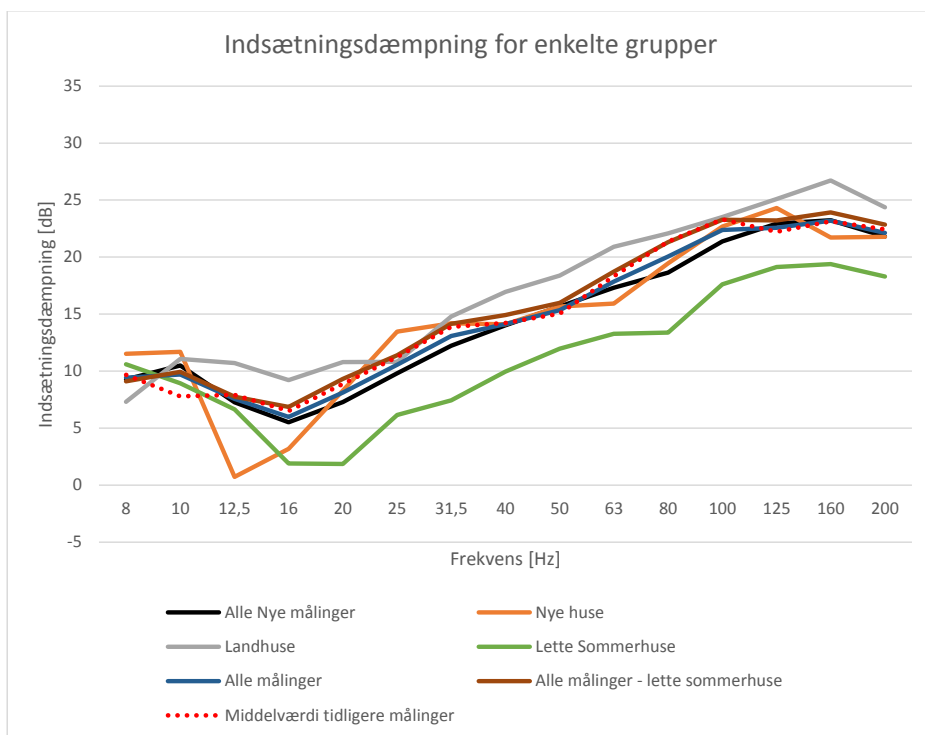
I Figur 11 er indsætningsdæmpningen for samtlige målinger vist. Det fremgår, at der er stor variation i de enkelte frekvensbånd. Derfor kan det være vanskeligt at sammenligne resultaterne på tværs af huse, værelser og grupper. Det forventede indendørs lavfrekvente vindmøllestøjniveau varierer med 13 dB for alle nye målinger. I Figur 12 og Figur 13 er resultaterne opdelt på forskellige grupper og sammenlignet med middelværdien fra tidligere målinger. Landhuse ligger højere end middelværdien mens lette sommerhuse ligger under. Værelser på udnyttet tagetage ligger lidt lavere end middelværdien.



Figur 11. Indsætningsdæmpningen i dB for samtlige nye målinger.

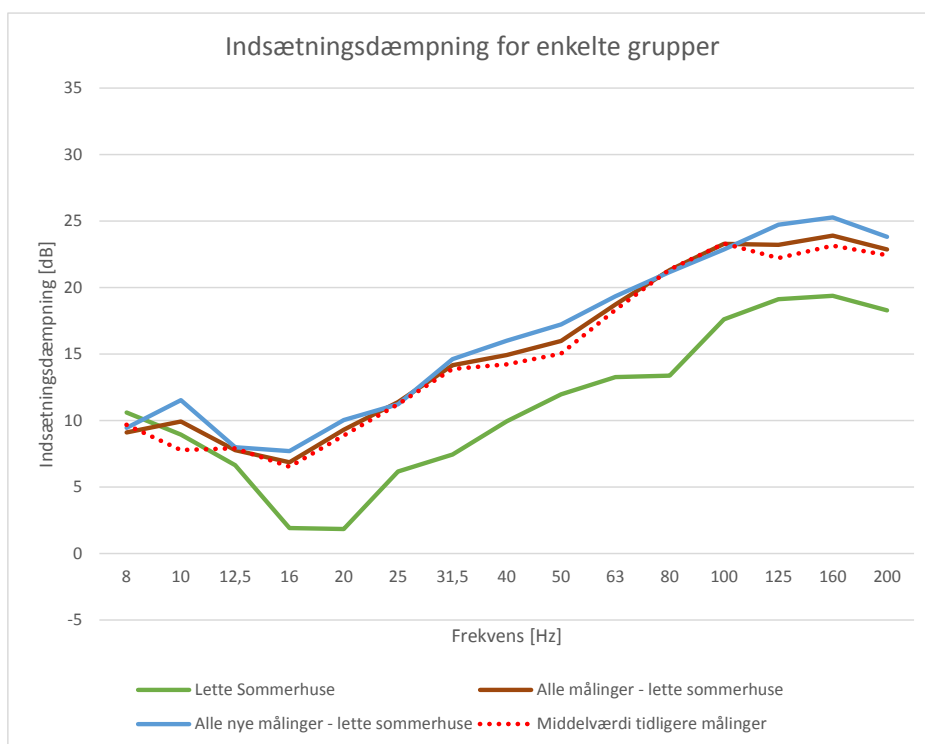


Figur 12. Indsætningsdæmpningen i dB angivet som middelværdi for enkelte grupper sammenlignet med resultaterne fra tidligere målinger



Figur 13. Indsætningsdæmpningen i dB grupperet efter hustyper. Betegnelsen Alle målinger viser at resultaterne fra tidligere målinger er inkluderet.

I Figur 14 er resultaterne grupperet i nye målinger, tidligere målinger og alle målinger med de lette sommerhuse trukket ud. Det fremgår, at der kun er meget lille forskel på de 3 kurver for nye målinger på almindelige huse, inklusive huse på landet, tidligere målinger og alle måleresultater samlet.



Figur 14. Indsætningsdæmpningen i dB grupperet i nye målinger og alle målinger fraregnet lette sommerhuse. Betegnelsen Alle Målinger viser at resultaterne fra tidligere målinger er inkluderet.

Hvis resultaterne omsættes til det forventede indendørs vindmøllestøjniveau i forhold til middelværdien for tidligere målinger fås resultaterne i Tabel 3. Negative værdier er højere lydisolations, positive værdier er lavere lydisolations i forhold til tidligere målinger. De positive afvigelser er beskedne og kun de lette sommerhuse skiller sig væsentligt ud med en lydisolations over for vindmøllestøj, der er 5 dB lavere end resultaterne fra tidligere målinger. Udelades de lette sommerhuse giver gennemsnittet af nye og tidligere målinger en forbedret lydisolations over for vindmøllestøj på ca. 1 dB i forhold til de tidligere målinger. For landhuse ses en forskel på resultaterne for udnyttet tagetage og for andre rum, dels i Figur 12, hvor kurven for Andre rum ligger over de øvrige kurver, mens kurven for udnyttet tagetage ligger under gennemsnittet fra tidligere målinger og dels i Tabel 3, hvor det kan ses, at Andre rum ligger 3,4 dB bedre end tidligere målinger, mens Udnyttet tagetage ligger 1,1 dB under. Andre rum er typisk rum i stueetagen, mens udnyttet tagetage er på 1. sal. Forskellen skyldes sandsynligvis, at der typisk er relativt små vindues arealer i huse på landet og dermed en let forbedret lydisolations. For Udnyttet tagetage er det sandsynligvis tagkonstruktionen, der medfører, at lydisolations er lidt dårligere. Bemærk, at selvom forskellen på Udnyttet tagetage og Andre rum er ca. 4,5 dB ligger lydisolations for Udnyttet tagetage kun lidt dårligere end Tidligere målinger med henblik på vindmøllestøj. En forskel, der ikke er signifikant.

Hustype	Vindmøllestøjniveau relativt til indsætningsdæmpningen fra tidligere målinger
Tidligere målinger	0,0 dB
Landhuse	-1,5 dB
Landhuse udnyttet tagetage	1,1 dB
Landhuse Andre rum	-3,4 dB
Nye huse	0,6 dB
Lette sommerhuse	5,0 dB
Alle nye målinger	0,8 dB
Alle målinger	0,4 dB
Alle målinger minus lette sommerhuse	-1,1 dB

Tabel 3. Forventet indendørs A-vægtet lavfrekvent vindmøllestøjniveau i dB re 20 µPa i forhold til niveauet baseret på middelværdien fra tidligere målinger. Negative værdier er højere lydisolations, positive værdier er lavere lydisolations i forhold til tidligere målinger.

Resultaterne findes i tabel 4 som middelværdier og standardafvigelse på middelværdien for de enkelte grupper. Det kan ses, at standardafvigelsen ved de laveste frekvenser er af samme størrelsesorden som indsætningsdæmpningen for alle grupperne. Derudover er det bemærkelsesværdigt, at standardafvigelsen for gruppen Alle målinger fraregnet sommerhuse ikke er væsentligt lavere end for gruppen tidligere målinger.

Gruppe	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
Alle Nye målinger	9,3 6,0	10,5 5,4	7,3 6,3	5,5 5,3	7,3 5,8	9,8 5,0	12,2 5,9	14,0 5,8	15,7 5,6	17,3 5,5	18,6 5,2	21,4 4,8	22,9 5,0	23,2 5,1	21,8 5,1
Nye huse	11,5 10,9	11,7 6,3	0,7 4,4	3,2 4,0	8,3 3,6	13,5 2,8	14,2 5,0	14,1 6,4	15,7 5,1	15,9 4,3	19,5 3,3	22,7 3,0	24,3 3,5	21,7 3,8	21,8 3,1
Landhuse	7,3 5,3	10,9 5,5	10,6 4,7	9,1 4,7	10,7 4,2	10,5 5,1	14,5 6,0	16,3 5,1	17,9 5,7	20,7 4,9	21,6 2,9	23,1 4,1	24,7 4,4	26,2 3,9	24,2 5,2
Landhuse tagetage	5,0 5,3	9,1 5,9	11,4 3,9	10,1 3,7	9,7 3,2	9,3 3,5	10,8 3,8	12,1 3,9	13,0 3,4	18,4 6,0	20,2 2,3	20,2 3,7	22,8 2,0	24,8 1,5	23,8 3,2
Landhuse Andre rum	9,6 4,8	12,5 5,0	10,0 5,6	8,3 5,7	11,4 5,0	11,5 6,3	17,5 6,1	19,7 3,0	22,0 3,6	22,5 3,0	22,9 2,9	25,5 2,9	26,3 5,4	27,3 5,1	24,5 6,8
Lette Sommerhuse	10,6 3,0	8,9 4,6	6,6 6,1	1,9 3,2	1,8 4,5	6,2 3,0	7,4 2,7	10,0 3,5	12,0 3,3	13,3 2,9	13,4 3,2	17,6 3,5	19,1 3,6	19,4 3,3	18,3 3,6
Alle målinger	9,4 6,4	9,7 5,8	7,6 5,6	6,0 4,8	8,1 5,5	10,5 5,9	13,1 6,6	14,1 6,2	15,3 5,1	17,8 4,8	20,1 4,7	22,4 4,9	22,6 4,8	23,2 4,8	22,1 4,9
Alle ekskl. sommerhuse	9,1 7,1	9,9 6,2	7,8 5,5	6,9 4,7	9,3 4,9	11,4 6,0	14,2 6,6	14,9 6,3	16,0 5,2	18,7 4,6	21,3 3,8	23,3 4,6	23,2 4,7	23,9 4,7	22,9 4,7
Tidligere målinger	9,7 7,3	7,8 6,6	7,9 4,7	6,5 4,4	8,9 5,3	11,2 6,7	13,9 7,2	14,2 6,6	15,0 4,7	18,3 4,1	21,4 3,9	23,3 4,9	22,2 4,7	23,1 4,5	22,4 4,7

Tabel 4. Indsætningsdæmpning angivet som middelværdi og standardafvigelse på middelværdien for hver gruppe i dB.

Kommentarer

Resultaterne fra de nye målinger viser følgende:

- Lydisolationen for lette sommerhuse ligger i størrelsesordenen 5 dB lavere end for gennemsnittet af alle de øvrige målinger.
- Landhuse skiller sig ikke ud fra huse i Danmark generelt med hensyn til lydisolations over for lavfrekvent støj. De udførte målinger viser en bedre lydisolations end for gennemsnittet af alle målinger fraregnet lette sommerhuse, men da datagrundlaget stadig er beskedent bør dette ikke være en konklusion af målingerne. Værelser på udnyttet tagetage er målt for en række huse og lydisolations ligger lidt lavere end gennemsnittet af alle fraregnet lette sommerhuse.
- Standardafvigelsen på middelværdien for den nye udvidede datamængde er ikke væsentligt lavere end tidligere.

Målingerne for lette sommerhuse er ikke gældende for sommerhuse generelt, men beskriver en specifik gruppe af letvægtskonstruktioner. Sommerhuse opført i tunge konstruktioner forventes at have en lydisolations som landhuse og byhuse generelt.

Udvidet datagrundlag

På baggrund af de gennemførte målinger er der opnået et sæt af lydisolationsværdier, der gælder for huse generelt uanset om det er huse på landet eller huse i byerne. Måleresultaterne viser, at det giver god mening, at basere lydisolationen for huse tæt på vindmøller på et gennemsnit af de tidligere udførte målinger og de nye målinger bortset fra resultaterne for de lette sommerhuse, som skiller sig ud fra de øvrige.

Resultaterne af målingerne kan opsummeres i tabel 5.

Gruppe	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
Lette Sommerhuse	10,6	8,9	6,6	1,9	1,8	6,2	7,4	10,0	12,0	13,3	13,4	17,6	19,1	19,4	18,3
Danske huse	9,1	9,9	7,8	6,9	9,3	11,4	14,2	14,9	16,0	18,7	21,3	23,3	23,2	23,9	22,9
	7,1	6,2	5,5	4,7	4,9	6,0	6,6	6,3	5,2	4,6	3,8	4,6	4,7	4,7	4,7

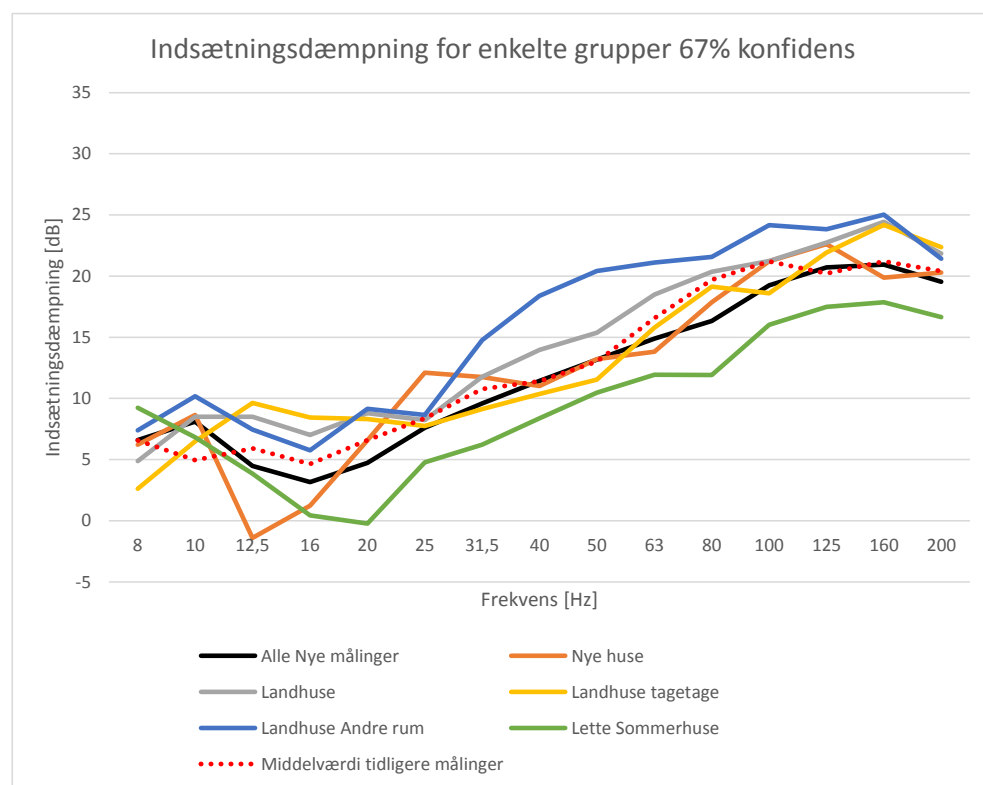
Tabel 5. Data for lavfrekvent lydisolering i dB for huse i Danmark angivet som middelværdi og standardafvigelse på middelværdien

4 Sammenligning med Bekendtgørelse 1736

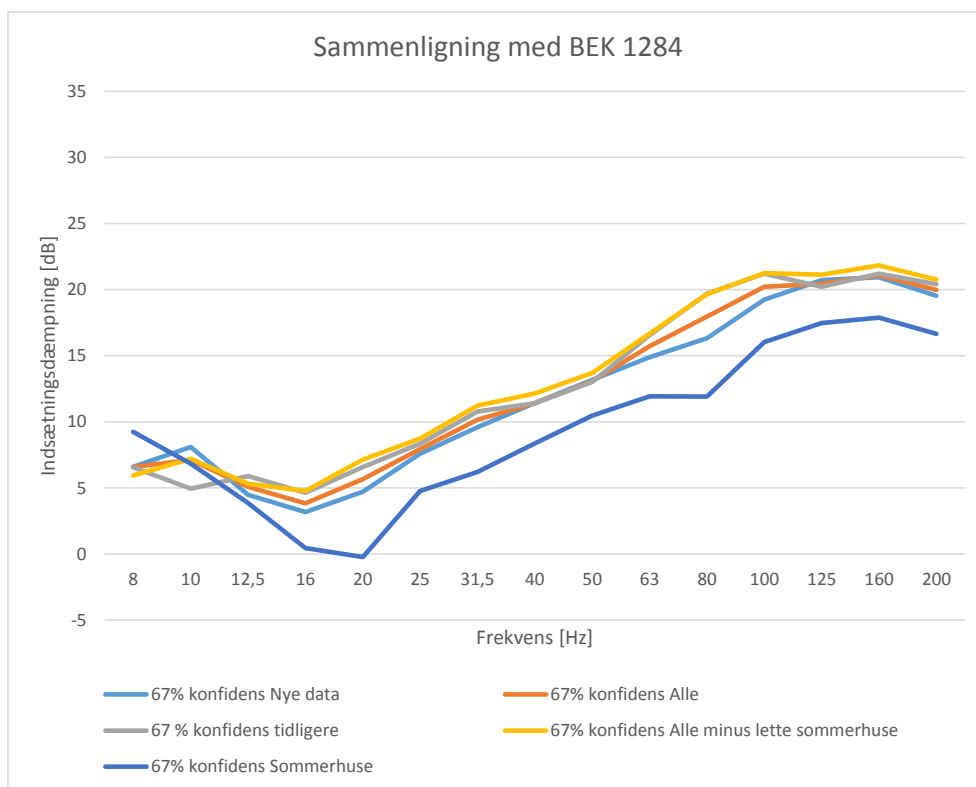
I Bekendtgørelse 1736 fra Miljøministeriet er der som en del af metoden for beregning af lavfrekvent støj indendørs anført en standard lydisolations (niveaudifferens) for boliger i Danmark. Tallene er baseret på målinger af lydisolationen af udvalgte, repræsentative boliger i to måleserier i henholdsvis 1996 og i 2006, hvor niveauet af den indendørs lavfrekvente støj blev bestemt efter anvisningerne i Miljøstyrelsens orientering om infralyd, lavfrekvent støj og vibrationer i eksternt miljø. De anførte værdier af lydisolations i bekendtgørelsen er valgt, så 67 % af måleresultaterne fra de to måleserier er højere end tabelværdierne.

Vælges et tilsvarende 67% konfidensinterval for det nye sæt af data opnås resultaterne i nedenstående Figur 15 og Figur 16 samt Tabel 6 og tabel 7, for de forskellige grupper og for det samlede datagrundlag. Sammenlignes resultaterne for samtlige målinger fraregnet lette sommerhuse med data fra Bekendtgørelse 1736, ses at der stort set ingen forskel er. De nye data understøtter dermed den viden der var opnået med de tidligere målinger. Det forventede A-vægtede lavfrekvente vindmøllestøjniveau vil blive beregnet ca. 0,5 dB lavere hvis 67% konfidensniveauet for samtlige målinger minus lette sommerhuse anvendes.

For 67% konfidensniveauet er lydisolationsen over for vindmøllestøj for Landhuse Udnyttet tagetage nu kun 0,5 dB lavere end Tidligere målinger, mens Landhuse Andre rum er 3,7 dB højere.



Figur 15. Indsætningsdæmpningen i dB grupperet efter hustyper.



Figur 16. Indsætningsdæmpningen i dB grupperet i nye målinger og alle målinger fraregnet lette sommerhuse. Betegnelsen Alle målinger viser at resultaterne fra tidligere målinger er inkluderet.

Hustype	Vindmøllestøjniveau relativt til indsætningsdæmpningen fra tidligere målinger
Tidligere målinger	0,0 dB
Landhuse	-1,6 dB
Landhuse udnyttet tagetage	0,5 dB
Landhuse Andre rum	-3,7 dB
Nye huse	0,6 dB
Lette sommerhuse	4,5 dB
Alle nye målinger	1,1 dB
Alle målinger	0,5 dB
Alle målinger minus lette sommerhuse	-0,4 dB

Tabel 6. Forventet indendørs A-vægtet lavfrekvent vindmøllestøjniveau i dB re 20 µPa i forhold til niveauet baseret på resultaterne fra tidligere målinger. Værdierne er baseret på 67% konfidensniveauet for de forskellige grupperinger. Negative værdier er højere lydisolationsniveau, positive værdier er lavere lydisolationsniveau i forhold til tidligere målinger.

Gruppe	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
Lette Sommerhuse	10,6	8,9	6,6	1,9	1,8	6,2	7,4	10,0	12,0	13,3	13,4	17,6	19,1	19,4	18,3
Danske huse	9,1	9,9	7,8	6,9	9,3	11,4	14,2	14,9	16,0	18,7	21,3	23,3	23,2	23,9	22,9
	7,1	6,2	5,5	4,7	4,9	6,0	6,6	6,3	5,2	4,6	3,8	4,6	4,7	4,7	4,7

Tabel 7. Data for lavfrekvent lydisolationsniveau i dB for huse i Danmark angivet som 67% konfidensniveau.

5 Referencer

- [1] Bekendtgørelse 1284 fra Miljøministeriet, Støj fra vindmøller, 15. december 2015
- [2] Hoffmeyer, Dan and Søndergaard, Bo: *Low Frequency Noise from Large Wind Turbines - Measurements of Sound Insulation of Facades*. EFP06, AV 1097/08. DELTA April 2008.
- [3] DELTA Akustik og Vibration: *Vurdering af lavfrekvent støj fra færger - 2*, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 10, 1997.
- [4] Hoffmeyer, Dan and Jakobsen, Jørgen: *Sound Insulation of dwellings at low frequencies*. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, Volume 29 Number 1 2010.
- [5] RL 20/08 Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for støjmålinger. Supplerende databehandling af resultater af lydisolationsmålinger gennemført i projektet "Lavfrekvent støj fra store vindmøller"
- [6] Miljøstyrelsen. Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø Orientering nr. 9/1997 med tilhørende rettelsesebrev.
- [7] DS EN ISO140-5:1998
- [8] DELTA Akustik og Vibration: Måling af lydisolation i lavfrekvensområdet. Analyse af betydningen af udendørshøjttalerens placering. TC-100847. 30 juni 2015.12.14
- [9] Søndergaard Bo: Low Frequency Noise from Wind Turbines: Do the Danish Regulations Have Any Impact? An analysis of noise measurements. International Journal of Aeroacoustics Volume 14 number 5&6 2015 pages 909 – 215
- [10] DS/EN ISO 12999-1 "Akustik – Bestemmelse og anvendelse af måleusikkerheder i bygningsakustik – Del 1: Lydisolation" 1. udgave 2014-06-12

Måleblade

MÅLEBLAD Nr.: 1

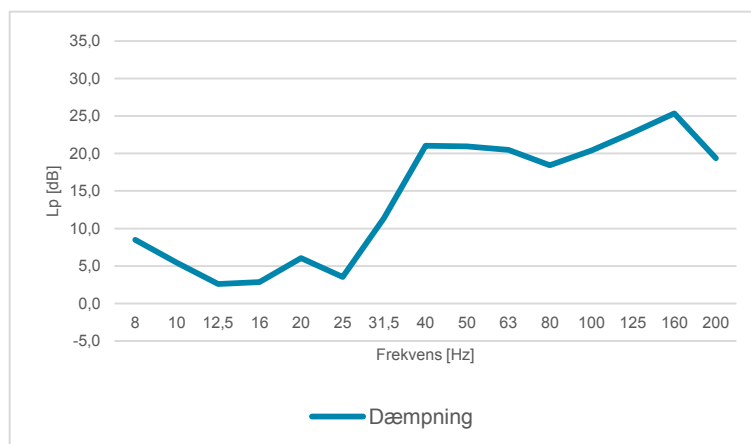
Hus/værelse nr.: 1/1 Køkken/alrum Adresse: Tjele



Hustype	Landhus, 1892					Udnyttet tagetage
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	1stk havestue.					2lags rude. 20m ²
Værelsesstørrelse	A=40m ²	V=88m ³	L=	B=	H=2,2m	U-formet.

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	8,5
10	5,5
12,5	2,6
16	2,8
20	6,1
25	3,6
31,5	11,4
40	21,0
50	21,0
63	20,5
80	18,4
100	20,4
125	22,8
160	25,3
200	19,4



MÅLEBLAD Nr.: 2

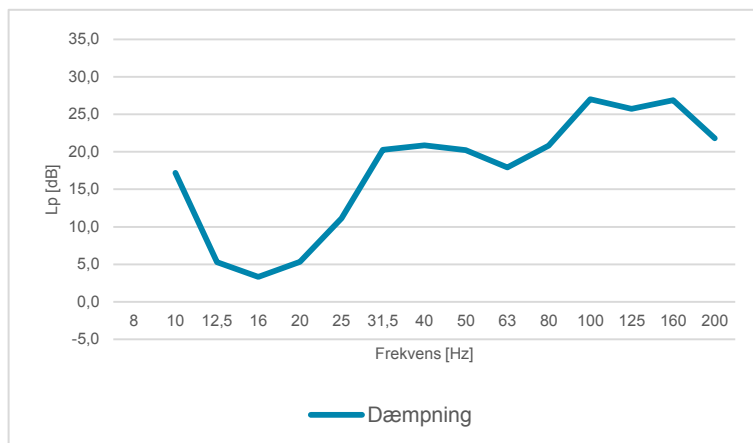
Hus/værelse nr.: 1/2 Stue Adresse: Tjele



Hustype	Landhus, 1892					Udnyttet tagetage
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	1stk med dør.					2lags rude. 3,5m ²
Værelsesstørrelse	A=33m ²	V=72m ³	L=7,2m	B=4,5m	H=2,2m	Rektangulært

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	
10	17,2
12,5	5,3
16	3,3
20	5,4
25	11,1
31,5	20,3
40	20,9
50	20,2
63	17,9
80	20,8
100	27,0
125	25,7
160	26,9
200	21,8



MÅLEBLAD Nr.: 3

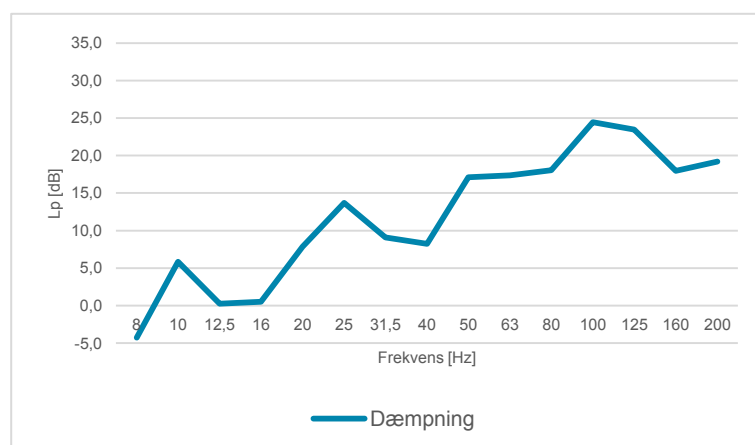
Hus/værelse nr.: 2/3 Værelse, 1.etage Adresse: Tjele



Hustype	Parcelhus, 2007					
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Tagpap					
Vinduer	2stk glasfacader.					8m ²
Værelsesstørrelse	A= 18m ²	V= 50m ³	L=4,6m	B=4m	H(kip)=3,1m H(facade)=2,4m	Rektangulært

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	-4,3
10	5,8
12,5	0,3
16	0,5
20	7,9
25	13,7
31,5	9,1
40	8,2
50	17,1
63	17,4
80	18,0
100	24,5
125	23,4
160	17,9
200	19,2



MÅLEBLAD Nr.: 4

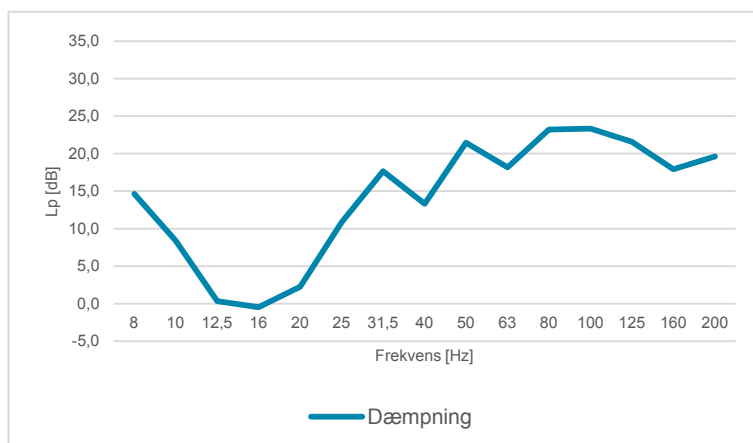
Hus/værelse nr.: 2/4 Stue/køkken/alrum Adresse: Tjele



Hustype	Parcelhus, 2007					
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Tagpap					
Vinduer	2stk glasfacader og 1stk vindue.					11m ²
Værelsesstørrelse	A= 69m ²	V=178m ³	L=	B=	H(stue)=2,9m H(køkken)=2,4m	L-formet

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	14,6
10	8,4
12,5	0,4
16	-0,5
20	2,3
25	10,9
31,5	17,7
40	13,3
50	21,4
63	18,2
80	23,2
100	23,4
125	21,6
160	17,9
200	19,6



MÅLEBLAD Nr.: 5

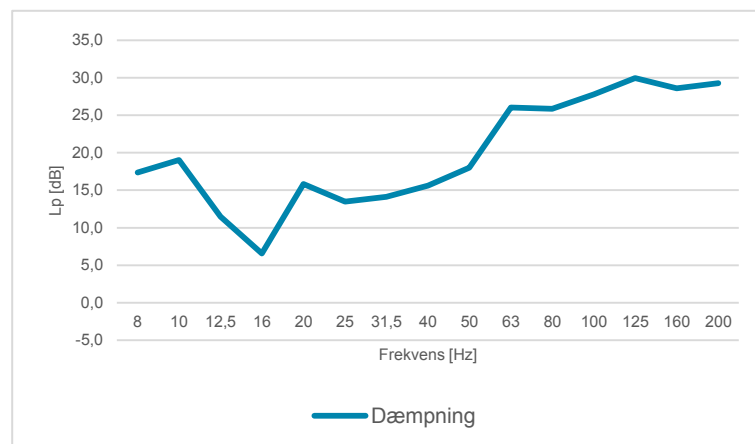
Hus/værelse nr.: 3/5 Stue/alrum Adresse: Nibe



Hustype	Landhus, 1800					Udnyttet tagetage
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Metalplader					
Vinduer	2stk. 2stk på siden					2lags ruder. 1,5m ² (+2m ²)
Værelsesstørrelse	A=50m ²	V=110m ³	L=	B=	H=2,2m	U-formet

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	17,4
10	19,0
12,5	11,5
16	6,6
20	15,8
25	13,5
31,5	14,1
40	15,6
50	18,0
63	26,0
80	25,9
100	27,8
125	29,9
160	28,6
200	29,3



MÅLEBLAD Nr.: 6

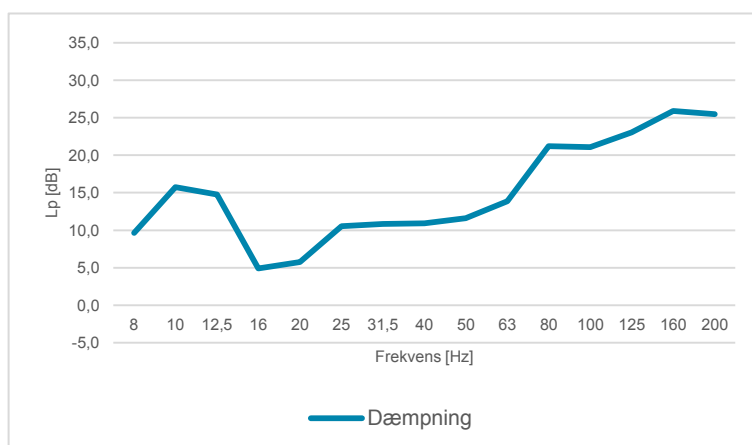
Hus/værelse nr.: 3/6 Værelse, 1.etage Adresse: Nibe



Hustype	Landhus, 1800					Udnyttet tagetage
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Metalplader					
Vinduer	3stk. 1stk på siden.					2lags ruder. 4m ² (+1m ²)
Værelsesstørrelse	A= 34m ²	V= 67m ³	L=4,1m	B=8,4m	H=2,4m	Rektangulært med skråvægge

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	9,6
10	15,8
12,5	14,8
16	4,9
20	5,8
25	10,5
31,5	10,8
40	10,9
50	11,6
63	13,9
80	21,2
100	21,1
125	23,0
160	25,9
200	25,5



MÅLEBLAD Nr.: 7

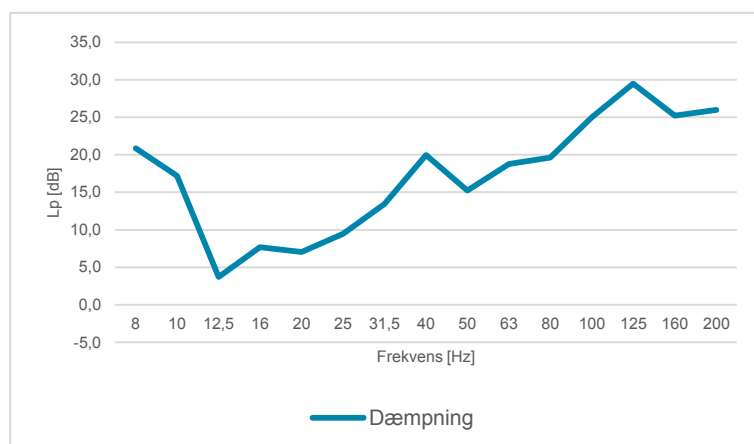
Hus/værelse nr.: 4/7 Køkken/alrum Adresse: Stovorde



Hustype	Parcelhus, 1979					
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	2stk.					2lags ruder. 2,6m ²
Værelsesstørrelse	A=41m ²	V=96m ³	L=	B=	H=2,4m	L-formet

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	20,9
10	17,2
12,5	3,7
16	7,7
20	7,0
25	9,5
31,5	13,4
40	20,0
50	15,3
63	18,8
80	19,6
100	25,0
125	29,5
160	25,2
200	26,0



MÅLEBLAD Nr.: 8

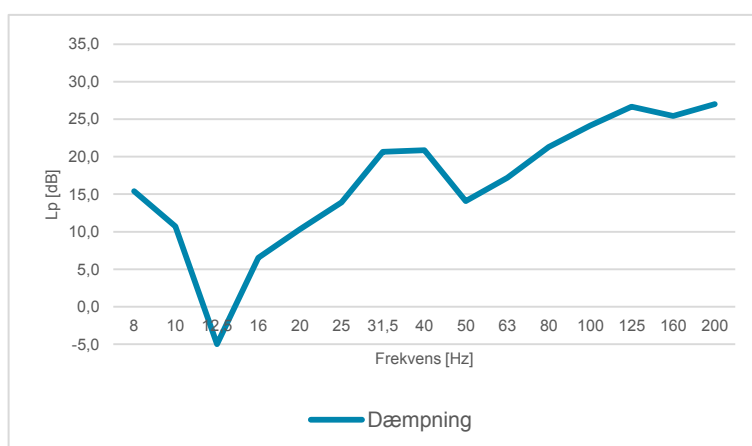
Hus/værelse nr.: 4/8 Værelse Adresse: Storvorde



Hustype	Parcelhus, 1979					
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	1stk.					2lags rude. 1,3m ²
Værelsesstørrelse	A=10m ²	V=24m ³	L=2,9m	B=3,5m	H=2,4m	Rektangulært

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	15,4
10	10,7
12,5	-5,0
16	6,5
20	10,3
25	13,9
31,5	20,6
40	20,9
50	14,1
63	17,2
80	21,3
100	24,2
125	26,7
160	25,4
200	27,0



MÅLEBLAD Nr.: 9

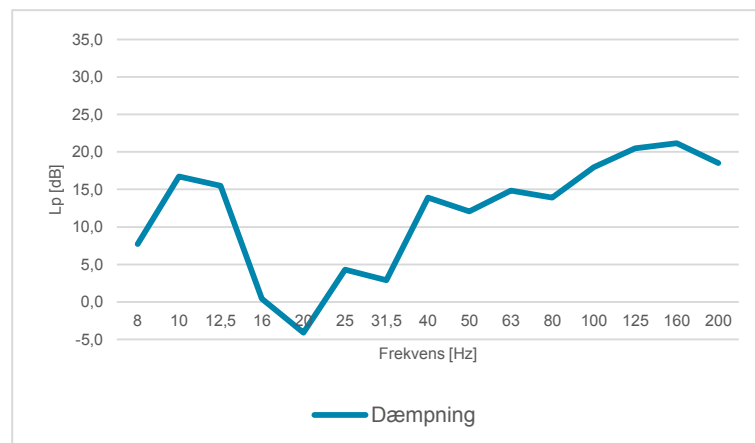
Hus/værelse nr.: 5/9 Værelse Adresse: Blokhus



Hustype	Sommerhus, 1972					
Facade	Træ					
Tagkonstruktion	Eternit med græs					
Vinduer	1stk					2lags ruder. 0,75m ²
Værelsesstørrelse	A=5m ²	V=12m ³	L=2,6m	B=2,1m	H=2,2m	Rektangulært

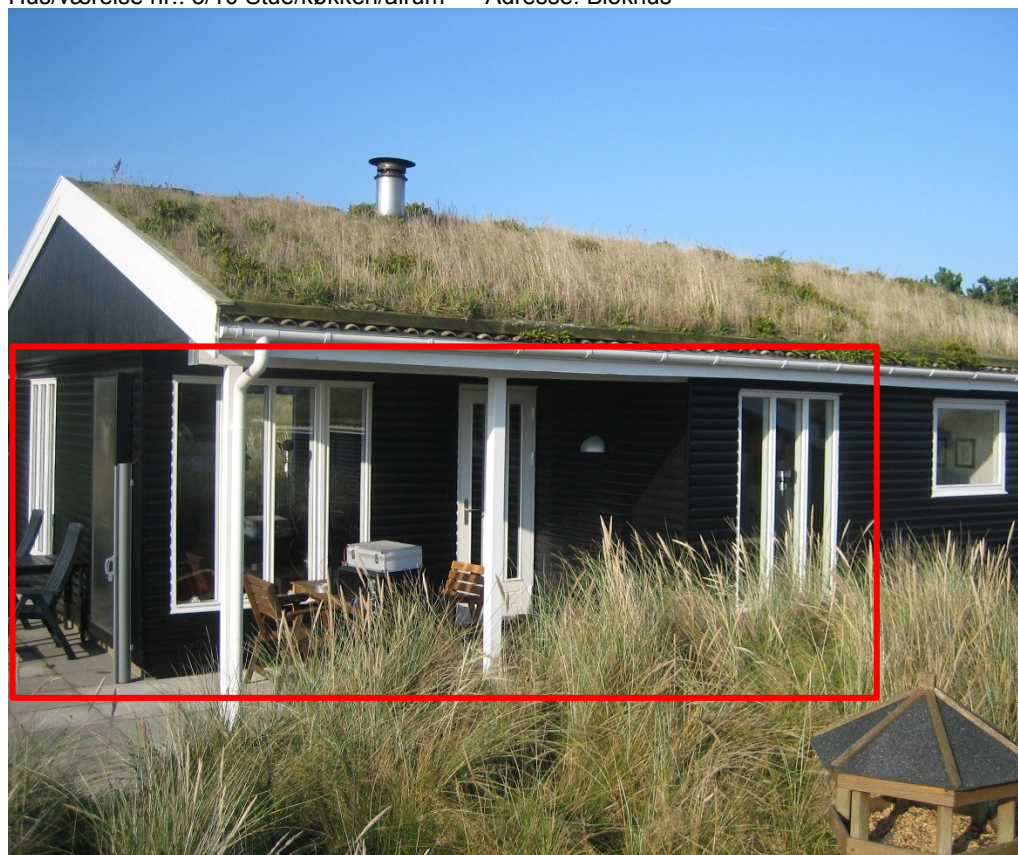
Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	7,7
10	16,7
12,5	15,5
16	0,4
20	-4,1
25	4,3
31,5	2,9
40	13,9
50	12,1
63	14,9
80	13,9
100	17,9
125	20,5
160	21,2
200	18,5



MÅLEBLAD Nr.: 10

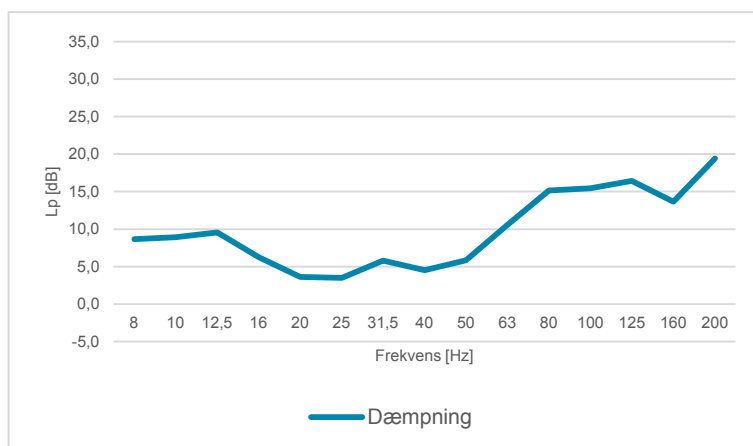
Hus/værelse nr.: 5/10 Stue/køkken/alrum Adresse: Blokhus



Hustype	Sommerhus, 1972					
Facade	Træ					
Tagkonstruktion	Eternit med græs					
Vinduer	2stk og dør samt 1stk på siden					2lags ruder. 5,5m ² (+2m ²)
Værelsesstørrelse	A=30m ²	V=65m ³	L=	B=	H=2,2m	L-formet

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	8,7
10	8,9
12,5	9,5
16	6,3
20	3,6
25	3,5
31,5	5,8
40	4,5
50	5,8
63	10,6
80	15,1
100	15,5
125	16,4
160	13,6
200	19,4



MÅLEBLAD Nr.: 11

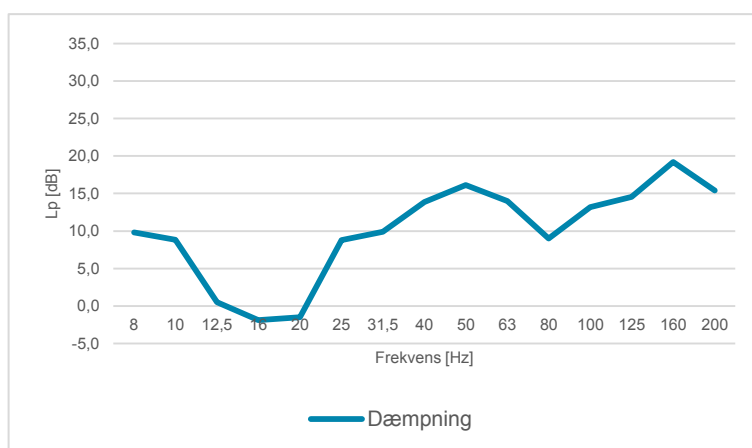
Hus/værelse nr.: 6/11 Værelse Adresse: Blokhuis



Hustype	Sommerhus, 1977					
Facade	Træ					
Tagkonstruktion	Eternit med græs					
Vinduer	2stk					2lags ruder. 2,4m ²
Værelsesstørrelse	A= 11m ²	V=24m ³	L=4,1m	B=2,6m	H=2,2m	Rektangulært

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	9,8
10	8,9
12,5	0,5
16	-1,9
20	-1,5
25	8,8
31,5	9,9
40	13,9
50	16,1
63	14,0
80	9,0
100	13,2
125	14,6
160	19,2
200	15,4

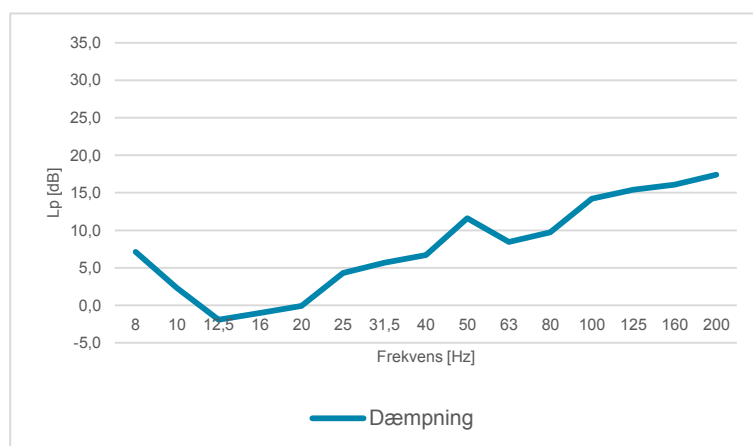




Hustype	Sommerhus, 1977					
Facade	Træ					
Tagkonstruktion	Eternit med græs					
Vinduer	3stk + dør. (+1stk langs side bag skorsten)					2lags ruder. 4m ² (+3m ²)
Værelsesstørrelse	A=33m ²	V=73m ³	L=	B=	H=2,2m	L-formet

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	7,1
10	2,3
12,5	-1,9
16	-1,0
20	-0,1
25	4,3
31,5	5,7
40	6,7
50	11,6
63	8,4
80	9,7
100	14,2
125	15,4
160	16,1
200	17,4

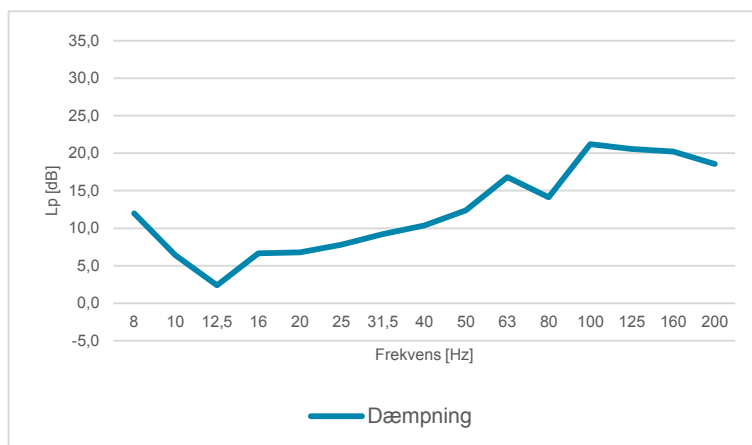




Hustype	Sommerhus, 1952					Udnyttet til kip
Facade	Træ					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	2stk. Den ene inkl. dør					2lags ruder. 8m ²
Værelsesstørrelse	A=37m ²	V= 115m ³	L=	B=	H(kip)=3,4m H(facade)=2,5m	L-formet og lav åben skillevæg til værelse.

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	12,0
10	6,4
12,5	2,4
16	6,7
20	6,8
25	7,8
31,5	9,2
40	10,4
50	12,4
63	16,8
80	14,1
100	21,2
125	20,6
160	20,2
200	18,5



MÅLEBLAD Nr.: 14

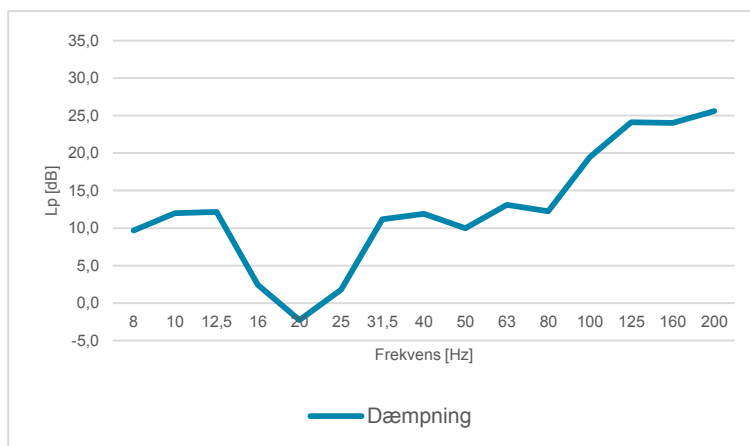
Hus/værelse nr.: 8/14 Værelse Adresse: Løkken



Hustype	Sommerhus, 2008					Udnyttet til kip
Facade	Træ					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	1stk.					2lags ruder. 0.75m ²
Værelsesstørrelse	A=7m ²	V=48m ³	L=3,7m	B=2m	H(kip)=3,1m H(facade)=2,4m	Rektangulært

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	9,7
10	12,0
12,5	12,2
16	2,4
20	-2,3
25	1,8
31,5	11,2
40	11,9
50	10,0
63	13,1
80	12,3
100	19,4
125	24,1
160	24,0
200	25,6

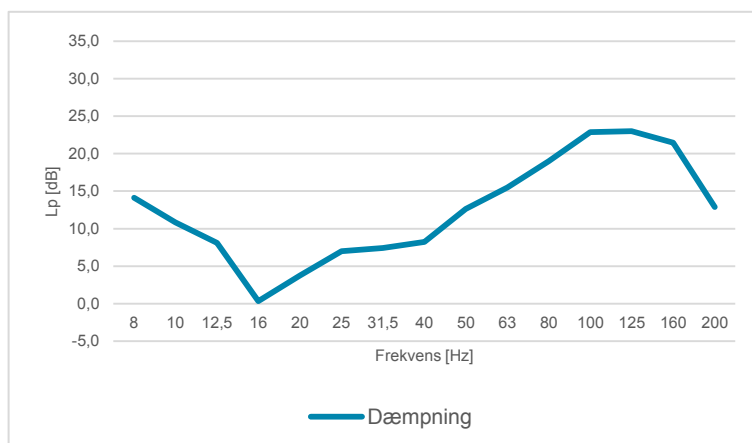




Hustype	Sommerhus, 2008					Udnyttet til kip
Facade	Træ					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	2stk glaspartier og dør					2lags ruder, 10m ²
Værelsesstørrelse	A=42m ²	V=123m ³	L=	B=	H(kip)=3,4m H(facade)=2,4m	L-formet

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	14,1
10	10,8
12,5	8,1
16	0,3
20	3,8
25	7,0
31,5	7,4
40	8,2
50	12,7
63	15,5
80	19,0
100	22,8
125	23,0
160	21,4
200	12,9



MÅLEBLAD Nr.: 16

Hus/værelse nr.: 9/16 Køkken/alrum

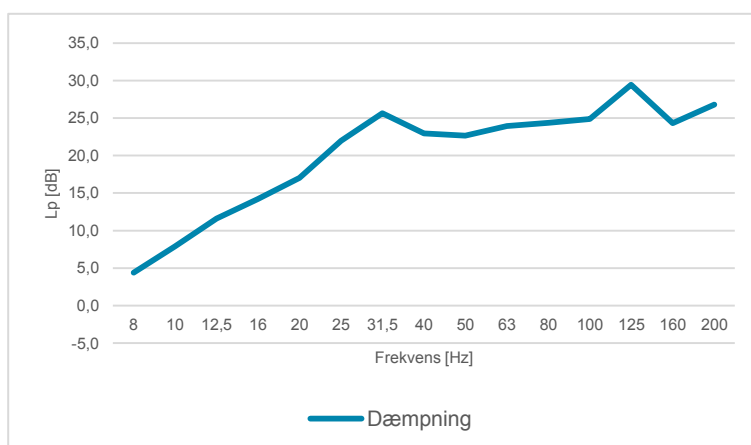
Adresse: Bording



Hustype	Landhus, 1902					Udnyttet tagetage
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	3stk. 2stk og dobbelt dør i naborum.					2lags ruder. 3,5m ² (+6,5m ²)
Værelsesstørrelse	A=31m ²	V=81m ³	L=7,2m	B=4,3m	H=2,6m	Rektangulært. Åbent til naborum

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	4,4
10	7,9
12,5	11,6
16	14,2
20	17,0
25	22,0
31,5	25,6
40	23,0
50	22,7
63	23,9
80	24,4
100	24,9
125	29,4
160	24,3
200	26,8



MÅLEBLAD Nr.: 17

Hus/værelse nr.: 10/17 Toilet/bad

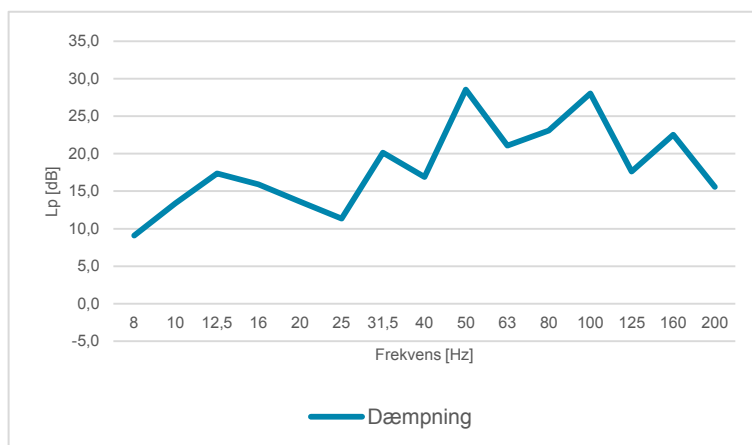
Adresse: Nibe



Hustype	Landhus, 1953					Udnyttet tagetage
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	1stk.					2lags rude. 1m ²
Værelsesstørrelse	A=10m ²	V=24m ³	L=2,8m	B=3,7m	H=2,3m	Rektangulært

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	9,1
10	13,4
12,5	17,4
16	15,9
20	13,6
25	11,3
31,5	20,2
40	16,9
50	28,5
63	21,1
80	23,1
100	28,0
125	17,6
160	22,5
200	15,6



MÅLEBLAD Nr.: 18

Hus/værelse nr.: 10/18 Værelse, 1.etage

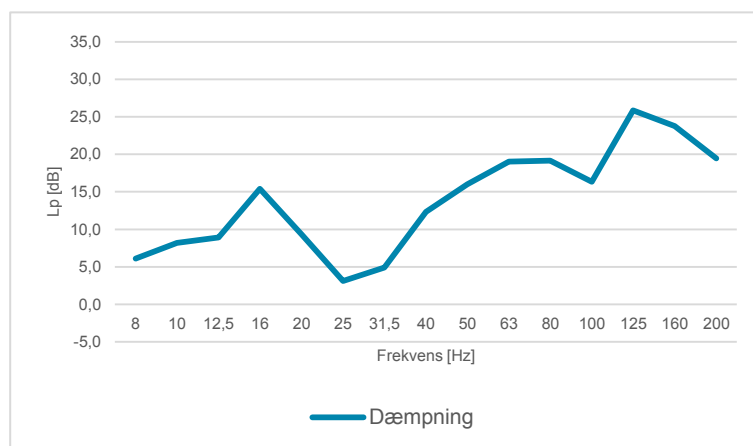
Adresse: Nibe



Hustype	Landhus, 1953					Udnyttet tagetage
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	1stk.					2lags rude. 1m ²
Værelsesstørrelse	A=10m ²	V=19m ³	L=	B=	H=2,1m	T-formet med en skråvæg

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	6,1
10	8,2
12,5	8,9
16	15,4
20	9,3
25	3,1
31,5	4,9
40	12,3
50	16,0
63	19,0
80	19,2
100	16,3
125	25,8
160	23,8
200	19,4

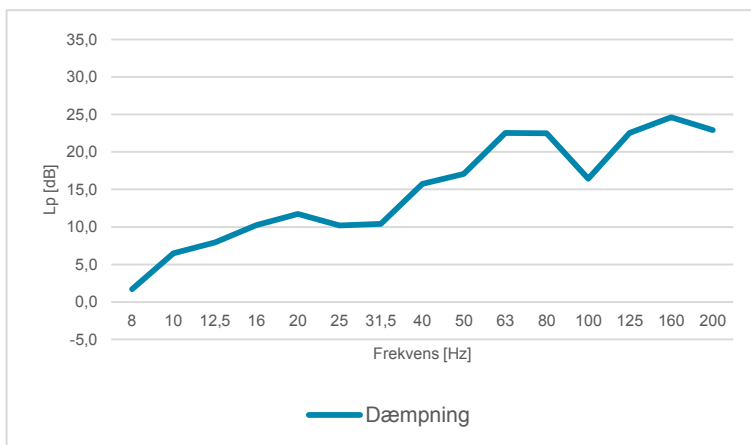




Hustype	Landhus, 1953					Udnyttet tagetage
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	2stk tætsiddende					2lags ruder. 1m ²
Værelsesstørrelse	A=13m ²	V=25m ³	L=3,5m	B=3,8m	H=2,2m	Rektangulært med skråvægge

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	1,7
10	6,5
12,5	8,0
16	10,2
20	11,8
25	10,2
31,5	10,4
40	15,8
50	17,1
63	22,5
80	22,5
100	16,4
125	22,5
160	24,6
200	22,9



MÅLEBLAD Nr.: 20

Hus/værelse nr.: 12/20 Værelse, 1.etage

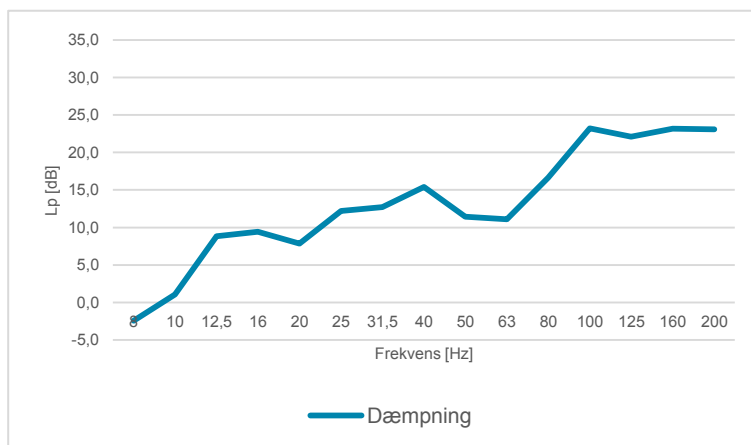
Adresse: Nibe



Hustype	Landhus, 1955					Udnyttet tagetage
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	1stk					2lags rude. 0.75m ²
Værelsesstørrelse	A=9m ²	V=16m ³	L=3,2	B=2,7	H=2,24	Rektangulært med skråvægge

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	-2,4
10	1,1
12,5	8,8
16	9,4
20	7,9
25	12,2
31,5	12,7
40	15,4
50	11,4
63	11,1
80	16,6
100	23,2
125	22,1
160	23,2
200	23,1



MÅLEBLAD Nr.: 21

Hus/værelse nr.: 13/21 Værelse, 1.etage

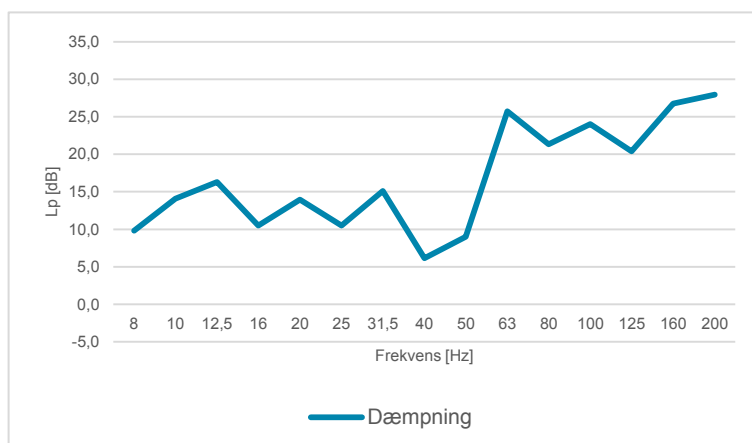
Adresse: Nibe



Hustype	Landhus, 1954					Udnyttet tagetage
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Cementsten					
Vinduer	1stk. fuget til.					2lags rude. 0.75m ²
Værelsesstørrelse	A=11m ²	V=20m ³	L=4,2	B=2,5	H=2,1	Rektangulært med en skråvæg

Måleresultater:

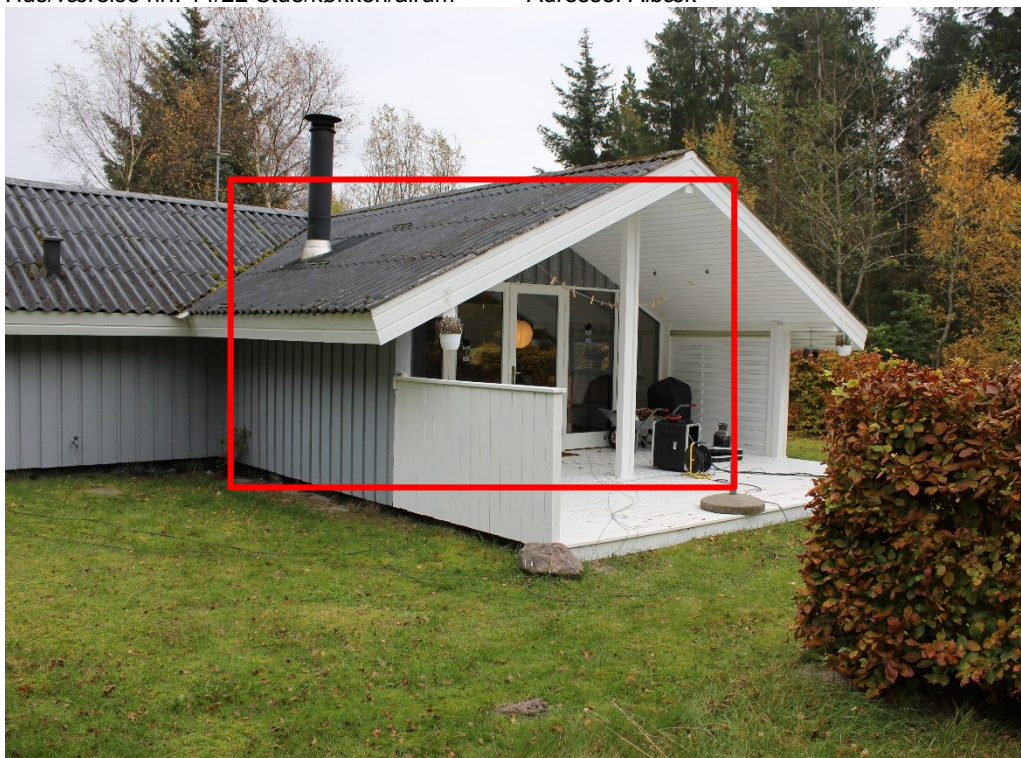
Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	9,8
10	14,1
12,5	16,3
16	10,5
20	14,0
25	10,5
31,5	15,1
40	6,1
50	9,0
63	25,7
80	21,3
100	24,0
125	20,4
160	26,7
200	28,0



MÅLEBLAD Nr.: 22

Hus/værelse nr.: 14/22 Stue/køkken/alrum

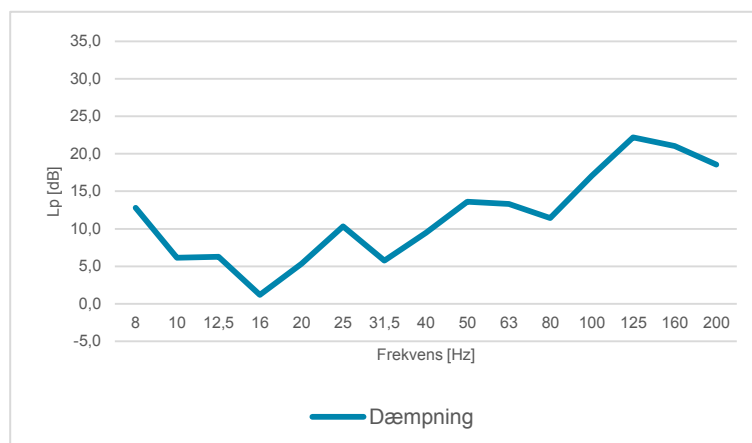
Adresse: Ålbæk



Hustype	Sommerhus, 1976					Udnyttet til kip
Facade	Træ					
Tagkonstruktion	Eternit					
Vinduer	1stk glasparti med dør og 2stk ruder langs siden					2lags ruder.9m ² + (0.75m ²)
Værelsesstørrelse	A=28m ²	V=67m ³	L=5,5m	B=5,1m	H(kip)=3m H(facade)=1,7m	Rektangulært

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	12,8
10	6,1
12,5	6,3
16	1,2
20	5,3
25	10,3
31,5	5,8
40	9,5
50	13,6
63	13,3
80	11,4
100	17,1
125	22,2
160	21,0
200	18,6

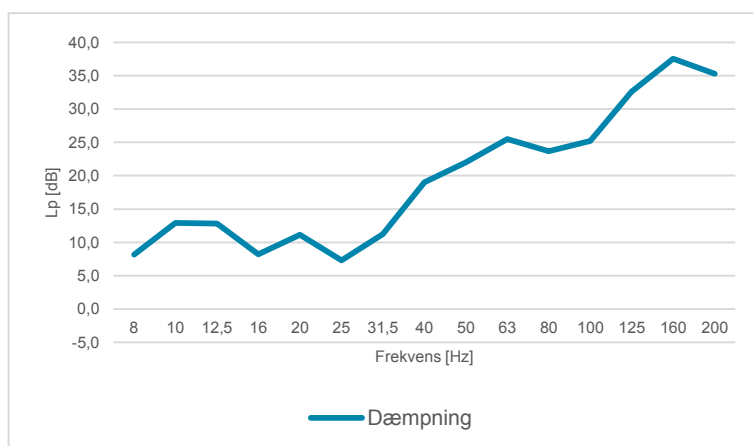




Hustype	Landhus, 1877					
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Betonsten					
Vinduer	2stk. 2stk i naborum.					2lags ruder. 1m ² (+1m ²)
Værelsesstørrelse	A=30m ²	V=62m ³	L=	B=	H=2,0m	S-formet. Åbent til naborum

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	8,1
10	12,9
12,5	12,8
16	8,2
20	11,2
25	7,3
31,5	11,2
40	19,0
50	22,0
63	25,5
80	23,7
100	25,2
125	32,6
160	37,5
200	35,3

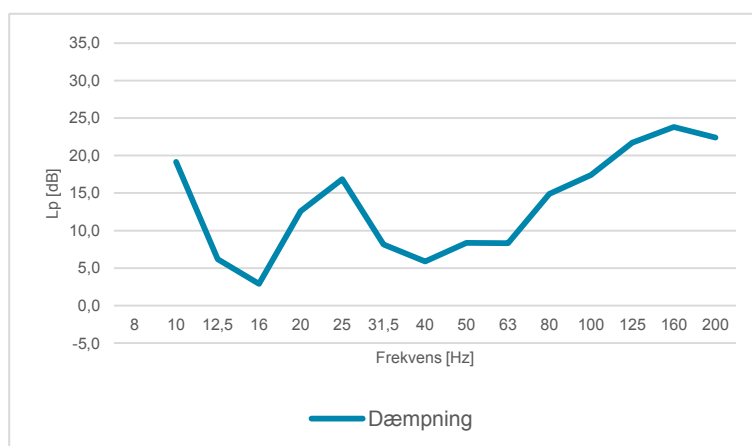




Hustype	Nyt hus, 2004					Udnyttet tagetage
Facade	Muret					
Tagkonstruktion	Teglsten					
Vinduer	3 stk. + 3 stk. på bagside					2lags ruder. 4,7 m ² (+4,7m ²)
Værelsesstørrelse	A=72m ²	V=140m ³	L=12,1m	B=6,2m	H=2,4m	Rektangulært. Skråvægge

Måleresultater:

Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning dB
8	
10	19,2
12,5	6,2
16	2,9
20	12,6
25	16,8
31,5	8,2
40	5,9
50	8,4
63	8,3
80	14,9
100	17,4
125	21,7
160	23,8
200	22,4



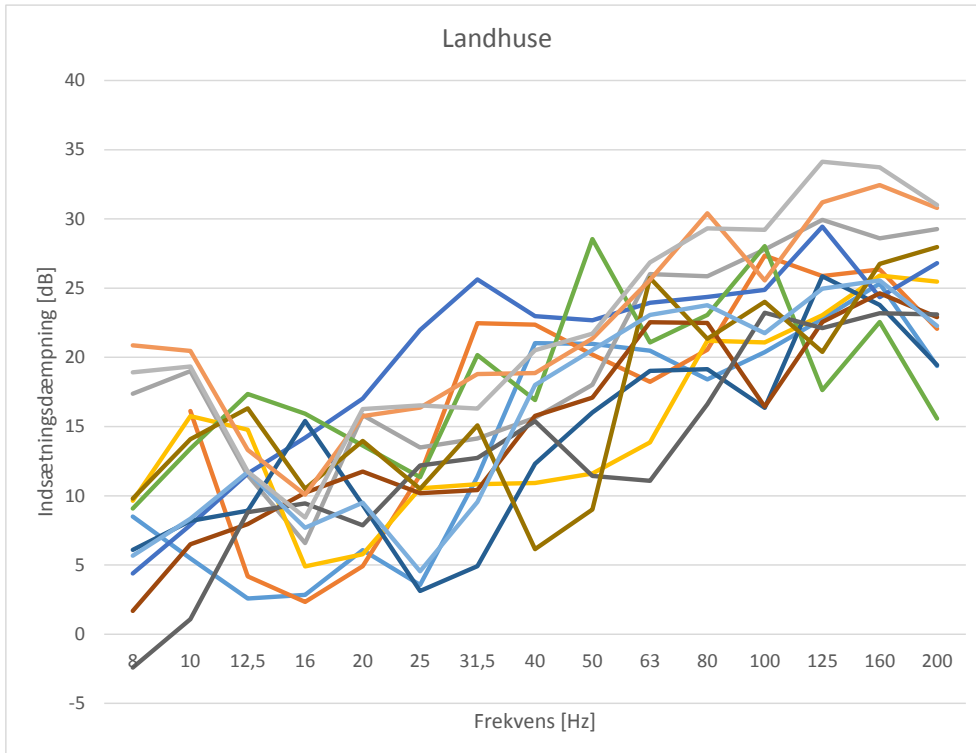
BILAG 1: MÅLERESULTATER FOR INDSÆTNINGSDÆMPNING

Bilag 1 viser, at forskellen på baggrundsstøj og højttalersignal har været mindre end 6 dB.

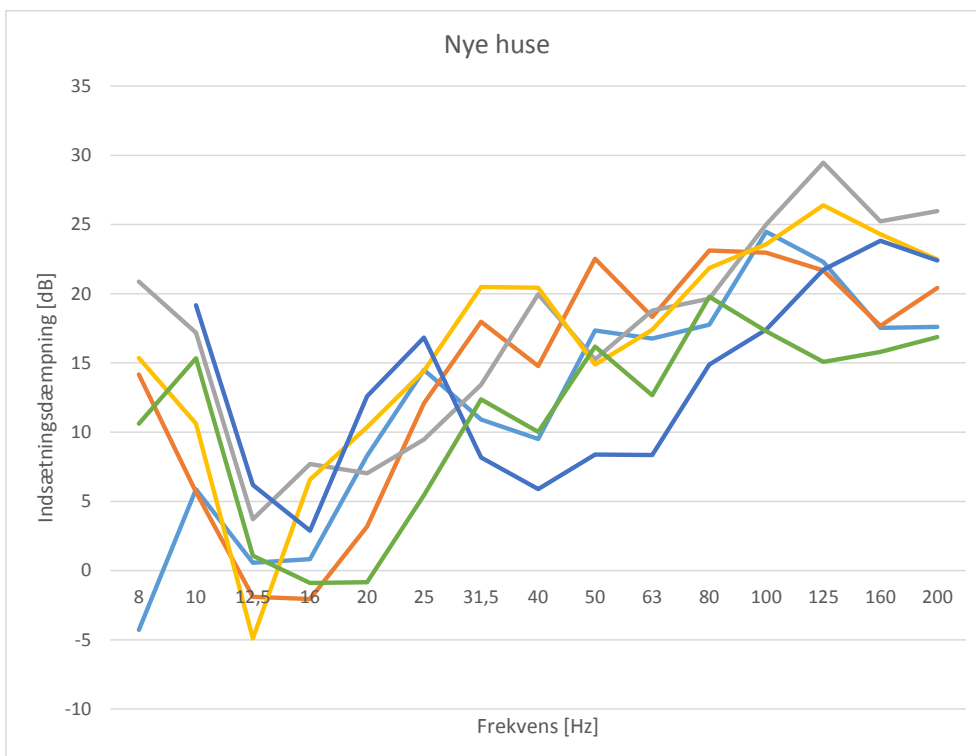
Manglende resultater viser at forskellen har været mindre end 1,3 dB. Den kraftige linie i skemaet markere overgangen mellem nye og tidligere resultater

Hus nr.	Rum nr.	Hustype	Værelse	Etage	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
1	1	Landhus	Køkken/Alrum		8,5	5,5	2,6	2,8	6,1	3,6	11,4	21,0	21,0	20,5	18,4	20,4	22,8	25,3	19,4
1	2	Landhus	Stue			16,1*	4,2	2,3	4,9	11,5	22,5	22,4	20,2	18,2	20,5	27,4	25,9	26,3	22,1
2	3	Nyt hus	Værelse	1. sal	-4,3	5,9	0,6	0,8	8,3	14,5	10,9	9,5	17,3	16,8	17,8	24,5	22,3	17,5	17,6
2	4	Nyt hus	Stue		14,2	5,7	-1,9	-2,0	3,2	12,1	18,0	14,8	22,5	18,3	23,1	23,0	21,7	17,7	20,4
3	5	Landhus	Stue		17,4	19,0	11,5	6,6	15,8	13,5	14,1	15,6	18,0	26,0	25,9	27,8	29,9	28,6	29,3
3	6	Landhus	Værelse	Tagetage	9,6	15,8	14,8	4,9	5,8	10,5	10,8	10,9	11,6	13,9	21,2	21,1	23,0	25,9	25,5
4	7	Nyt hus	Køkken/Alrum		20,9	17,2	3,7	7,7	7,0	9,5	13,4	20,0	15,3	18,8	19,6	25,0	29,5	25,2	26,0
4	8	Nyt hus	Værelse	Tagetage	15,4	10,6	-4,9	6,6	10,4	14,4	20,5	20,4	14,9	17,4	21,9	23,6	26,4	24,3	22,5
5	9	Sommerhus	Værelse		7,7	16,7	15,5	0,4	-4,1	4,3	2,9	13,9	12,1	14,9	13,9	17,9	20,5	21,2	18,5
5	10	Sommerhus	Køkken/Alrum		8,7	8,9	9,5	6,3	3,6	3,5	5,8	4,5	5,8	10,6	15,1	15,5	16,4	13,6	19,4
6	11	Sommerhus	Værelse		9,8	8,9	0,5	-1,8	-1,6	8,5	9,9	14,5	17,5	14,2	9,3	13,6	14,1	17,1	14,6
6	12	Sommerhus	Køkken/Alrum		7,7	1,2	-2,3	-1,7	-0,6	4,4	6,6	6,5	11,8	7,7	11,1	13,2	14,9	16,7	17,6
7	13	Sommerhus	Køkken/Alrum		12,0	6,4	2,4	6,7	6,8	7,8	9,2	10,4	12,4	16,8	14,1	21,2	20,6	20,2	18,5
8	14	Sommerhus	Værelse		9,7	12,0	12,2	2,4	-2,3	1,8	11,2	11,9	10,0	13,1	12,3	19,4	24,1	24,0	25,6
8	15	Sommerhus	Køkken/Alrum		16,4	11,2	9,0	1,7	7,7	8,7	8,2	8,5	12,6	15,7	19,8	23,0	20,3	21,1	13,5
9	16	Landhus	Køkken/Alrum		4,4	7,9	11,6	14,2	17,0	22,0	25,6	23,0	22,7	23,9	24,4	24,9	29,4	24,3	26,8
10	17	Landhus	Værelse		9,1	13,4	17,4	15,9	13,6	11,3	20,2	16,9	28,5	21,1	23,1	28,0	17,6	22,5	15,6
10	18	Landhus	Værelse	Tagetage	6,1	8,2	8,9	15,4	9,3	3,1	4,9	12,3	16,0	19,0	19,2	16,3	25,8	23,8	19,4
11	19	Landhus	Værelse	Tagetage	1,7	6,5	8,0	10,2	11,8	10,2	10,4	15,8	17,1	22,5	22,5	16,4	22,5	24,6	22,9
12	20	Landhus	Værelse	Tagetage	-2,4*	1,1*	8,8	9,4	7,9	12,2	12,7	15,4	11,4	11,1	16,6	23,2	22,1	23,2	23,1
13	21	Landhus	Værelse	Tagetage	9,8*	14,1*	16,3	10,5	14,0	10,5	15,1	6,1	9,0	25,7	21,3	24,0	20,4	26,7	28,0
14	22	Sommerhus	Køkken/Alrum		12,8	6,1	6,3	1,2	5,3	10,3	5,8	9,5	13,6	13,3	11,4	17,1	22,2	21,0	18,6
15	23	Landhus	Køkken/Alrum		8,4	12,9	12,7	8,1	11,1	7,1	11,4	19,5	21,8	25,2	24,9	24,5	32,0	36,8	34,1
16	24	Nyt hus	Værelse	Tagetage		19,2	6,2	2,9	12,6	16,8	8,2	5,9	8,4	8,3	14,9	17,4	21,7	23,8	22,4
17	25	Værløse	Stue		-1,5*		1,9*	15,6	14,8	9,0	5,9	6,6	5,7	20,7	23,4	23,8	24,1	19,9	19,0
17	26	Værløse	Værelse				10,5	4,2	11,1	9,5	11,2	5,8	13,0	21,9	25,9	23,0	26,1	20,7	20,5
18	27	Vejby	Stue				9,1	11,0	12,5	9,4	8,1	5,1	14,5	22,7	28,1	26,3	23,5	26,1	27,4
18	28	Vejby	Værelse				13,9	9,4	19,3	9,4	10,4	7,4	15,2	23,0	24,3	29,6	23,3	26,3	26,9
19	29	Tulstrup	Stue		1,6*	13,5*	5,9*	7,6	0,3	-0,2	14,3	18,9	17,0	16,9	21,7	31,8	29,1	29,4	28,1
19	30	Tulstrup	Værelse				15,4*	10,0	11,6	14,1	18,7	17,9	19,0	24,5	24,7	26,6	28,7	29,3	21,5
20	31	Slangerup	Stue		8,4*	8,2*	7,2	1,7	9,2	17,7	18,7	14,2	17,0	15,9	18,7	24,9	19,8	18,3	14,8
20	32	Slangerup	Værelse				2,9	1,7	7,3	15,0	23,4	25,3	17,8	14,1	28,0	31,6	27,4	23,5	21,1
21	33	Helsingø	Stue		-1,0	2,6	2,8	7,5	11,1	7,8	12,2	15,6	12,3	20,1	16,0	20,1	20,0	20,6	23,0
22	34	Tisvilde	Stue						14,6	22,2	24,5	21,2	14,0	11,5	17,9	20,6	20,9	25,5	27,5
22	35	Tisvilde	Spisestue		11,1	12,1	11,1	10,1	19,4	24,5	25,7	19,9	15,5	18,2	18,3	24,2	22,5	23,5	19,4
23	36	Glaciset	Soveværelse						12,1	18,2	27,6	26,6	21,5	24,7	26,8	23,1	19,9	25,7	20,4
23	37	Glaciset	Stue			16,0			6,0	13,4	15,7	19,4	22,1	18,5	23,5	23,5	24,3	23,8	27,3
24	38	Parcelvej	Stue		8,8	6,3	4,6	5,6	11,8	21,7	19,1	17,0	15,9	23,5	20,9	18,9	21,4	25,8	29,9
25	39	Nattergalevej	Stue		9,8	10,9	11,0	8,9	6,5	0,5	-0,8	4,9	15,3	17,3	20,9	22,3	23,4	24,0	22,5
25	40	Nattergalevej	Værelse		20,4	12,9	8,7	9,0	6,3	7,9	10,8	11,2	12,8	17,3	22,5	24,9	27,2	24,1	20,5
26	41	Kastbjergvej	Værelse		13,6		11,9	1,5	3,7	15,6	23,3	21,7	5,8	11,9	19,5	18,4	17,3	12,5	11,3
26	42	Kastbjergvej	Stue		10,1	-1,1	-1,4	0,6	8,7	8,4	7,3	13,8	7,2	20,1	21,4	17,5	11,4	18,9	27,8
27	43	Tranevej	Soveværelse				10,8	6,2	9,1	16,4	19,8	18,3	24,0	21,9	25,3	34,1	27,4	28,5	26,9
27	44	Tranevej	Stue	1. sal					4,0	5,8	9,1	7,7	9,4	10,9	12,6	17,4	22,7	25,3	26,0
28	45	Kløvvangen	Værelse				10,9	5,7	8,1	12,7	11,3	14,5	19,0	18,4	20,4	22,5	24,2	27,6	23,1
28	46	Kløvvangen	Stue		12,1		11,3	2,6	5,1	7,9	11,2	15,0	14,4	17,9	18,6	20,9	24,8	28,8	24,5
29	47	Søndervej	Tilbygning					1,2	-1,0	-0,4	6,3	10,7	15,7	13,3	17,7	16,3	18,3	22,2	19,5
29	48	Søndervej	Stue		3,1	-3,6	1,8	2,5	-1,3	3,3	7,2	16,5	13,7	12,0	22,5	27,2	23,4	20,2	18,2
30	49	Tingmose	Stue		20,9			14,2	8,8	8,7	7,7	1,5	12,1	19,5	15,8	14,7	11,7	13,7	14,9
30	50	Tingmose	Værelse		18,0				11,6	13,3	12,2	13,1	20,8	19,9	20,0	21,8	14,9	17,5	21,2

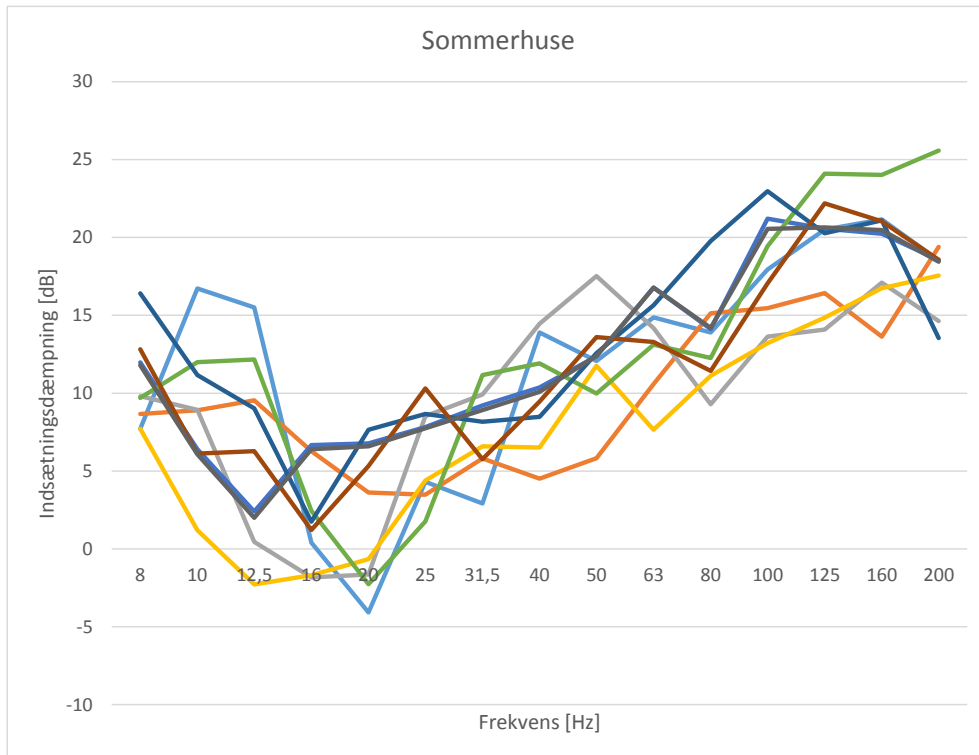
BILAG 2: SUPPLERENDE KURVER OVER INDSÆTNINGSDÆMPNING



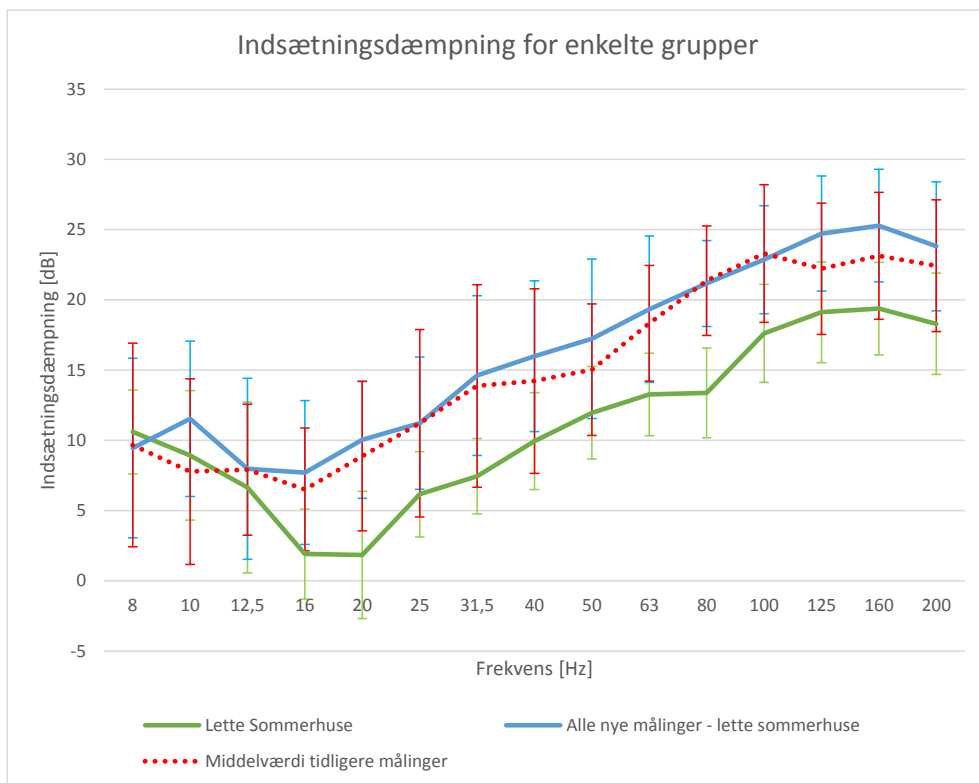
Figur 17. Målt indsætningsdæmpning for samtlige rum i landhuse



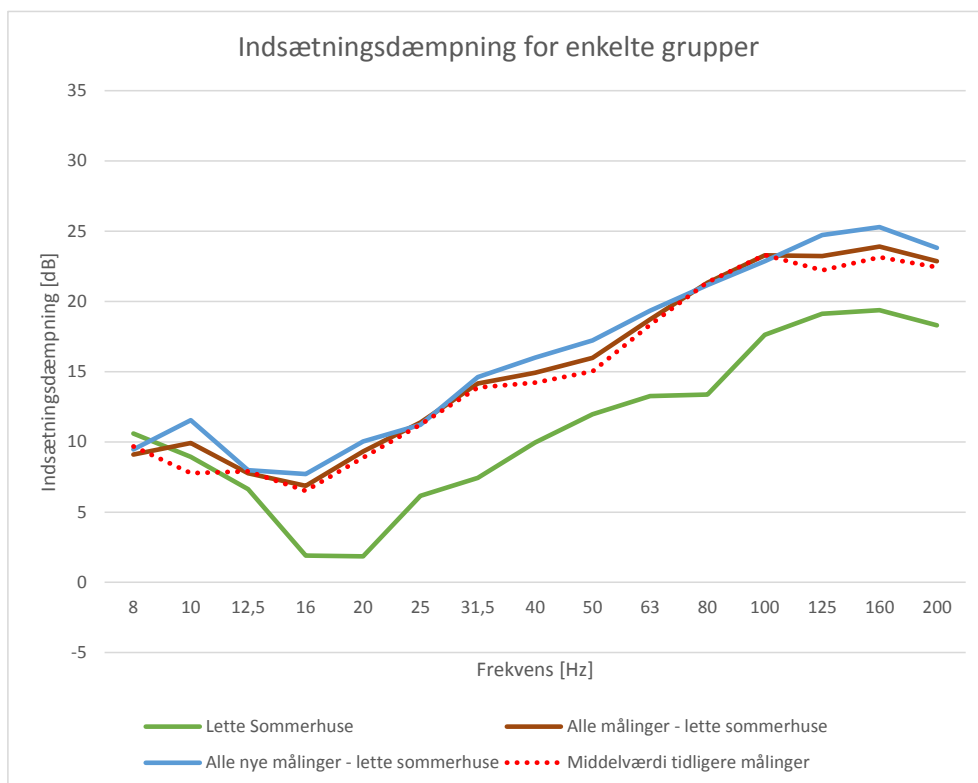
Figur 18. Målt indsætningsdæmpning for samtlige rum i nye huse



Figur 19. Målt indsætningsdæmpning for samtlige rum i lette sommerhuse



Figur 20. Sammenligning af indsætningsdæmpning. Lodrette linjer viser standardafvigelsen på middelværdien af indsætningsdæmpningen for hver gruppe. Det fremgår at de lette sommerhuse skiller sig ud, mens de 2 andre grupper ikke er signifikant forskellige.



Figur 21. Sammenligning af indsætningsdæmpning for lette sommerhuse, Alle nye målinger fraregnet lette sommerhuse, Alle målinger fraregnet lette sommerhuse og tidligere målinger.

BILAG 3: INSTRUMENTLISTE

Type	Navn	SN	Acoustica udstyrs- nr.	Bemærkninger
Højtaler Subwoofer	Behringer B1800X pro	S1500171288	-	Blokerede basreflex porte
Højtaler Subwoofer	Behringer B1800X pro	S1500204288	-	Blokerede basreflex porte
Højtaler Fuldtoner	Behringer B212XL	S1406727A0R	-	
Effektforstærker	Behringer INUKE NU1000DSP	S1101462AEJ	-	
Effektforstærker	Behringer INUKE NU3000DSP	S1500336AHO	-	
Effektforstærker	Behringer INUKE NU3000DSP	S1105483AHO	-	
Mikrofon + forfor- stærker	BSWA MPA231	490861	328	
Mikrofon + forfor- stærker	BSWA MPA231	500208 + 530414	273	
Mikrofon + forfor- stærker	BSWA MPA231	492930	-	Lånt af leverandør
Mikrofon + forfor- stærker	BSWA MPA231	490445	270	
Mikrofon + forfor- stærker	BSWA MPA231	500257 + 530472	275	
Mikrofon + forfor- stærker	BSWA MPA231	490272	269	
Mikrofon + forfor- stærker	BSWA MPA231	490662	113	
Mikrofon + forfor- stærker	BSWA MPA231	490862	330	
Mikrofon + forfor- stærker	BSWA MPA231	490661	112	
Mikrofon + forfor- stærker	BSWA MPA261	480241 + 480051	146	
Mikrofon + forfor- stærker	SVANTEK SV12L GRAS 40AE	13235 + 82255	973	
Mikrofon + forfor- stærker	SVANTEK SV12L GRAS 40AE	17770 + 144165	173	
4 kanals A/D modul	National Instruments NI9234	1676499	180	
4 kanals A/D modul	National Instruments NI9234	1A6EC70	345	
4 kanals A/D modul	National Instruments NI9234	1A54226	338	
2 kanals D/A modul	National Instruments NI9260	1A263E0	-	
Chassis for moduler	National Instruments NI cDAQ 9174	1A558AF	341	
Kalibrator	B&K 4231	1897596	618	

Udvidet datagrundlag for danske boligers lydisolations mod lavfrekvent støj

Formålet med rapporten er at udvide det datagrundlag, der ligger til grund for vindmøllebekendtgørelsens værdier for lydisolations. SWECO har med rapporten udvidet grundlaget med målinger på 16 huse i alt 24 rum. Konklusionen er, 1) at lydisolations for lette sommerhuse ligger ca 5 dB lavere end for gennemsnittet af alle de øvrige målinger 2) at landhuse skiller sig ikke ud fra huse i Danmark generelt med hensyn til lydisolations overfor lavfrekvent støj



Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

www.mst.dk