



Betonelement-
Foreningen

BEF Bulletin No 1 – Juli 2012

Lydisolation for tungt byggeri af beton- og letbetonelementer - eksempelsamling

Udarbejdet af BC Lydforhold ApS v. Bent Christensen i samarbejde med Betonelement-Foreningen (BEF)



Lydisolation for tungt byggeri af beton- og letbetonelementer - eksempelsamling

Forord

Betonelement-Foreningen har det overordnede mål at medvirke til at gøre det enkelt og ubesværet at bygge med betonelementer.

Med det mål deltager foreningen aktivt i at udarbejde værktøjer til fælles brug for både lærere og studerende, projekterende, udførende og ikke mindst til brug for medlemsvirksomhederne.

Betonelement-Foreningen og Letbeton-Foreningen (BIH) har ydet økonomisk støtte til udarbejdelsen af SBI-anvisning 237, Lydisolering mellem boliger-nybyggeri. I den forbindelse er der åbnet mulighed for at gengive relevante afsnit fra SBI 237 i eksempelvis nærværende anvisning/eksempelsamling og i øvrigt henvise til SBI 237 i relevant omfang. Da nærværende anvisning/eksempelsamling konkret bygger videre på eksemplet i Appendiks A i SBI 237, er hele Appendiks A gengivet i slutningen af nærværende dokument.

Ansvar

Nærværende eksempelsamling er udarbejdet som en udvidet eksempelsamling til SBI 237 med det mål, at eksempelsamlingen kan danne et mere finmasket grundlag til at vurdere ud fra, hvilke lydforhold der aktuelt kan forventes mellem boliger i nybyggede betonelementbyggerier.

Betonelement-Foreningen og øvrige ophavsmænd påtager sig INTET ANSVAR for fejl og mangler ved eksempelsamlingens informationsindhold, misforståelser mv som eksempelsamlingen kan give anledning til eller for valg af konstruktionsløsninger – eller tab som følge af konstruktioner designet/projekteret under anvendelse heraf.

Forudsætninger

Det forudsættes, at brugerne af nærværende eksempelsamling er i besiddelse af en tilstrækkelig dyb indsigt og viden om lyd til selv at foretage de korrekte beslutninger om design og konstruktion eller søge rådgivning hos en professionel akustiker.

Nærværende eksempelsamling kan ikke stå alene, men forudsættes anvendt som udvidet eksempelsamling til SBI-237.

Usikkerheder

Angående usikkerheder henvises til SBI-anvisning 237 – i særdeleshed side 19 midt, side 33 øverst og side 109 øverst. Der gøres særskilt opmærksom på, at selv banale udførelsesfejl vil kunne ændre de lydmæssige forhold ganske voldsomt i negativ retning.

Videreudvikling

Nærværende eksempelsamling skal ses som første del af et projekt, som tænkes videreudviklet og udbygget. BEF er derfor taknemmelig for alle former for respons, som kan føre til en sådan udvikling.

Grundlaget for nærværende eksempelsamling er udarbejdet af BC Lydforhold ApS v. Bent Christensen, 32-534436.

Opfordring

Nærværende eksempelsamling er udarbejdet på baggrund af gulvopbygninger, hvorpå der findes tilgængelig (åben) information om akustiske data.

Betonelement-Foreningen står gerne for en udvidelse af eksempelsamlingen, såfremt gulvbranchen/gulvleverandører ønsker yderligere beregningseksempler og selv afholder de dertil hørende omkostninger.



Indledende forklaringer

Formål

Formålet med eksempelsamlingen er at give en bedre/øget forståelse af, hvilke parametre, der styrer lydforholdene.

Kobling til SBi 237

For at sikre, at grundlaget for eksempelsamlingen er kongruent med SBi 237, er der indledningsvis gennemført en basisberegning med de samme indgangsdata/forudsætninger, som der anvendes i beregningseksemplet i Appendiks A.4 i SBi 237.

Eksempelsamlingens omfang

At udarbejde en lydangvisning er en kompleks opgave, da der indgår rigtig mange parametre i en lydberegning.

Grundideen til nærværende eksempelsamling bygger på at fastholde de samme yderparametre/data, som indgår i beregningseksemplet A.4 i SBi 237 (rumstørrelse og flankerende vægge). Derved illustreres mest tydeligt, hvordan de lydmæssige forhold arter sig ved valg af forskellige konkrete gulvopbygninger/gulvkonstruktioner på etageadskillelser med varierende fladevægte.

Betydningen af ændrede rumstørrelser og ændring af flankerende vægge illustreres efterfølgende ved enkelte beregningseksempler.

Eksempelsamlingen fokuserer kun på den lodrette lyd gennemgang – ud fra de betragtninger, at det er relativt simpelt blot at vælge et lejlighedsskel med en fladevægt på 440kg/m² som opfylder anbefalingerne i SBi 237, hvorimod det ofte vil være et mål i sig selv at vælge en etageadskillelse med lavere fladevægt – hvilket SBi 237 ikke giver operationelle anbefalinger for.

Det kan i samme forbindelse nævnes, at trinlydsniveauet vandret igennem konstruktionen som hovedregel er lavere end det lodrette trinlydsniveau – og stort set kun i forbindelse med anvendelse af nedhængte lofter og lignende ekstra lydisolering i lodret retning, vil det vandrette trinlydsniveau kunne overstige det lodrette.

Det fremgår af SBi 237, at lydegenskaberne for tunge byggematerialer (beton, letbeton og tegl) stort set følger fladevægten.

De efterfølgende diagrammer, hvor fladevægten for dækelementer er den variable parameter, gælder derfor både for huldæk og letbetondæk.

De efterfølgende diagrammer er bygget op på baggrund af beregningseksempler – og hvert eksempel illustreres af et lille kryds i det korresponderende diagram.

Bulletinen/eksempelsamlingen

Bulletinen/eksempelsamlingen består af:

- den foranstående tekst
- de efterfølgende forklaringer/udredninger
- diagrammer
- bilag, beregningseksempler på baggrund af IT-programmet "Bastian"



Forklaringer og udredninger

Bilag 0:

Basisberegning som dokumenterer koblingen til SBi anvisning nr 237. De samme indgangsdata og forudsætninger, som er anvendt i appendiks A.4 i SBi 237 anvendes som grundlag i de efterfølgende eksempler.

Det kan bemærkes, at eksemplet i basisberegningen er et noget søgt eksempel, da et 55mm påstøbt toplag på huldæk kun i meget sjældne tilfælde anvendes i Danmark.

Eksempel 1: Gulvopbygning: Strøgulv på Knudsen Kombi Max kiler på Lydbrik med Regupol E 48

BEMÆRK: Andre fabrikater af kiler og lydbrikker kan have lydegenskaber, der adskiller sig fra Knudsen kiler.

Diagrammet på venstre del af siden viser, at et elementdæk med en fladevægt (elementvægt incl vægt af fugebetonen) på ca 320 kg/m² og en gulvopbygning som overfor nævnt, beregningsteknisk vil kunne overholde kravene til trinlyd i lydklasse C, sådan som de er defineret i DS490 – *Lydklassifikation af boliger*.

(Beregningstekniske usikkerheder fremgår af SBi 237 – hvoraf især teksten på side 109 øverst skal fremhæves)

Diagrammet på højre del af siden viser, at elementdækket mindst skal have en fladevægt på 360 kg/m² for at konstruktionen overholder kravene til luftlydisolationen. Det er med andre ord kravene til luftlydisolationen, der er dimensionsgivende.

De to diagrammer i eksempel 1 bygger på de beregningseksempler, som fremgår af bilagsserien 1.1 til 1.6

For at give pålidelige indikationer af, hvilken retning lydforholdene ændrer sig, når rumstørrelsen ændres, er der supplerende udarbejdet to bilagsserier. En serie hvor rumstørrelsen er reduceret til 10m² og en serie, hvor rumstørrelsen er øget til 40m². Bilagsserie henholdsvis 1.1.10m² til 1.6.10m² og 1.1.40m² til 1.6.40m².

De supplerende bilagsserier bekræfter at lydforholdene forbedres når rumstørrelsen reduceres (i forhold til basis på 20m²) og lydforholdene forringes når rumstørrelserne forøges. Der er dog i alle beregningseksemplerne tale om forbedringer/reduktioner på mindre end 1dB.

For yderligere at give pålidelige indikationer af, hvilken retning lydforholdene ændrer sig, når de flankerende vægge gøres tungere, er der supplerende udarbejdet en bilagsserie 1.1.tung til 1.6.tung.

Den supplerende bilagsserie indikerer, at tungere flankerende vægge (tungere boliginterne vægge) reducerer trinlydsforholdene, men forbedrer luftlydsforholdene for elementdæk med fladevægt under 400 kg/m².

Eksempel 2: Gulvopbygning: Strøgulv på Knudsen Kombi Max kiler UDEN lydbrik

Diagrammet på venstre del af siden viser, at såfremt lydbrikkerne fra eksempel 1 undlades, så stiger kravet til dækelementernes fladevægt ganske mærkbart – i eksemplet til ca 440 kg/m².

Diagrammet på højre del af siden viser, at unkladelsen af lydbrikker ikke har indflydelse på luftlydforholdene. (Sammenlign eksempel 1 og 2)

De i eksempel 1 nævnte supplerende bilagsserier er gentaget under eksempel 2 (bilagene har 2 som første ciffer).



Bilagsserierne viser, at lydforholdene ændrer sig parallelt med indikationerne som nævnt under eksempel 1.

Eksempel 3: Gulvopbygning: Trægulv Granab strøsystem 3000, 22mm parket. Mrk 70/48

Diagrammet på venstre del af siden viser, at trinlydsforholdene beregningsteknisk overholder kravene til klasse C i alle beregningseksemplerne.

Diagrammet på højre side af siden viser, at kravene til luftlydisolationen fordrer et elementdæk med en fladevægt på omkring 320 kg/m². (Bemærk, at beregningerne er behæftet med usikkerhed)

Der er ikke udført supplerende bilagsserier i forbindelse med eksempel 3.

Eksempel 4: Gulvopbygning: Trægulv Granab strøsystem 3000, 15mm parketgulv + 22 mm spånpladegulv. Mrk 100/78

Diagrammet på venstre del af siden viser, at trinlydsforholdene beregningsteknisk overholder kravene til klasse C i alle beregningseksemplerne.

Diagrammet på højre side af siden viser, at kravene til luftlydisolationen fordrer et elementdæk med en fladevægt på omkring 310 kg/m². (Bemærk, at beregningerne er behæftet med usikkerhed).

Det er ret bemærkelsesværdigt, at den øgede vægt af gulvopbygningen på ca 10kg/m² i forhold til Eksempel 3, fører til en forbedring af luftlydforholdene der svarer nøje til den forbedring, der opnås, når fladevægten for elementdækket øges med 10kg pr m².

Der er ikke udført supplerende bilagsserier i forbindelse med eksempel 4.

Eksempel 5: Gulvopbygning: 50mm betonplade svømmende på 30mm mineraluld, svarende til Nordtest 07 floating floor. (NT nummer 1346-97)

Diagrammet på venstre del af siden viser, at trinlydsforholdene beregningsteknisk overholder kravene til klasse C i alle beregningseksemplerne.

Diagrammet på højre side af siden viser, at kravene til luftlydisolationen fordrer et elementdæk med en fladevægt på omkring 330 kg/m².

De yderligere bilagsserier for henholdsvis 10m² og 40m² rumstørrelse samt varianten med tunge boliginterne skille vægge, som er omtalt under Eksempel 1 og Eksempel 2, er gentaget her i Eksempel 5.

Bilagsserierne bekræfter de samme iagttagelser som ved Eksempel 1 og 2, at:

- lydforholdene forbedres, når rumstørrelsen reduceres
- lydforholdene forringes (eller forbliver uændrede) når rumstørrelsen øges
- ved brug af tunge boliginterne vægge sker der en generel forringelse af trinlydforholdene medens luftlydforholdene forbedres for elementdæk med en fladevægt mindre end 400 kg/m².

Eksempel 6: Gulvopbygning: 14mm parketgulv på Aprobo 04 "Decibel 2" på 30mm betonafretningslag

http://www.aprobo.com/sites/all/files/products/files/laggningsrad_decibel2.pdf,

Diagrammet på venstre del af siden viser, at trinlydsforholdene i ingen af beregningerne overholder kravene til klasse C.



Diagrammet på højre side af siden viser, at kravene til luftlydisolationen fordrer et elementdæk med en fladevægt på omkring 330 kg/m².

Eksempel 7: Gulvopbygning: 2,5mm linoleum på Aprobo 02 "Decibel 1" på 30mm betonafretningslag

http://www.aprobo.com/sites/all/files/products/files/byggvarudeklaration_db1_120307.pdf,

Diagrammet på venstre del af siden viser, at trinlydsforholdene beregningsteknisk overholder kravene til klasse C i alle beregningseksemplerne.

Diagrammet på højre side af siden viser, at kravene til luftlydisolationen fordrer et elementdæk med en fladevægt på omkring 340 kg/m².

--0--

Andre forhold, der har indflydelse på lydforholdene:

Beregningsmodellen i beregningsprogrammet Bastian bygger på lydforholdene imellem enkeltlejligheder, sådan som det fremgår af modelskitserne på de enkelte bilag og sådan som det fremgår af SBi 237 fx side 104 og 105.

Bygningens samlede størrelse/volumen indgår derved ikke som beregningsparameter.

Men ud fra simple betragtninger om, at den samlede konstruktions tyngde vil absorbere en del af lydenergien, kan det konkluderes, at lydforholdene i store bygninger alt andet lige vil arte sig bedre end i mindre bygninger. Netop denne betragtning vil kunne forklare, hvorfor de målte værdier ofte er bedre end de beregnede, sådan som der redegøres for i det efterfølgende omkring usikkerheder.

Angående konstruktionsløsninger, hvor der anvendes lette boliginterne skillevægge henvises til SBi 237.

Usikkerheder:

Der henvises flere gange i nærværende bulletin/eksempelsamling til SBi 237, som specifikt på side 109 anfører, at der ofte regnes med en beregningsusikkerhed på +/- 3-5dB. Der tilføjes dog, at erfaringsmæssigt er de målte værdier dog ofte lidt bedre end de beregnede og kun meget sjældent mere end 1dB ringere, såfremt der ikke er udførelsesfejl.

Det bør i den forbindelse tilføjes, at Betonelement-Foreningen har valgt, **ikke** at indregne nogen form for usikkerheder i de i eksempelsamlingen viste konstruktionseksempler – det overlades til brugerne selv at vurdere og/eller søge assistance hos en akustiker.

Beregningsprogram:

Beregningsprogrammer BASTIAN kan downloades i en demoversion på

<http://www.datakustik.com/en/company/>,



Eksempler på, hvilke parametre, der styrer
lydforholdene.

Resultatdel af

Bulletin No 1

Lydisolation for tungt byggeri af beton- og
letbetonelementer - eksempelsamling

EKSEMPEL 1: Gulvopbygning: Strøgulv på Knudsen Kombi Max kiler på Lydbrik med Regupol E 48

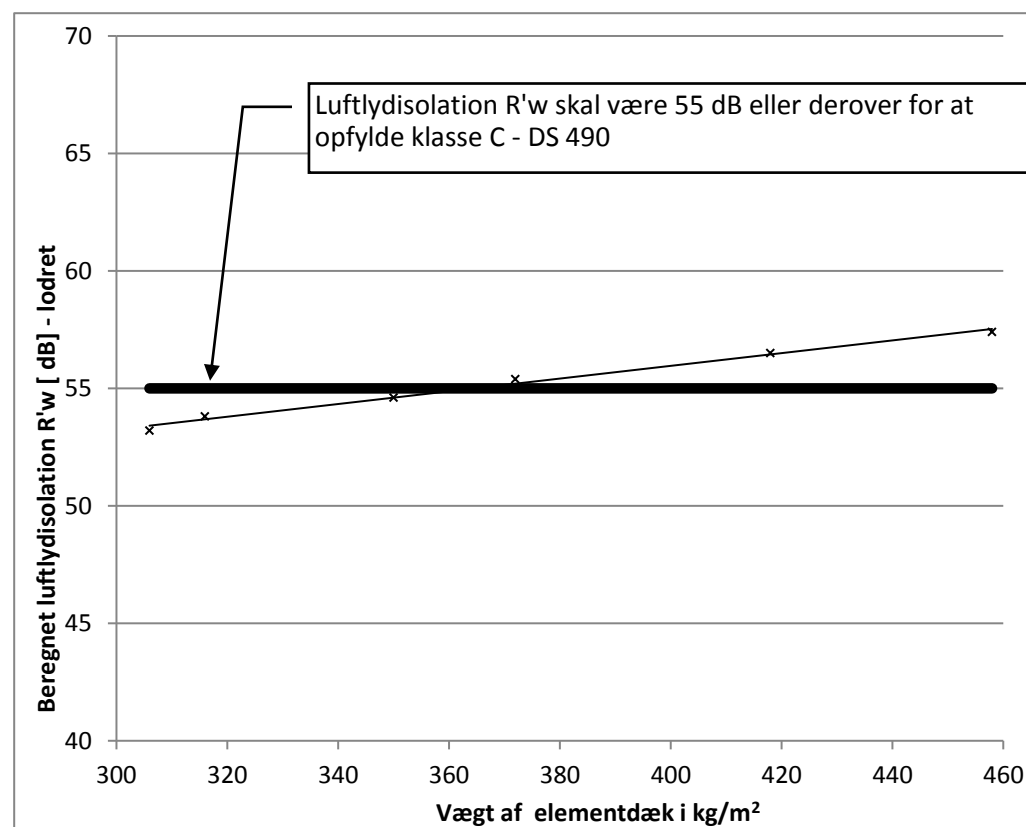
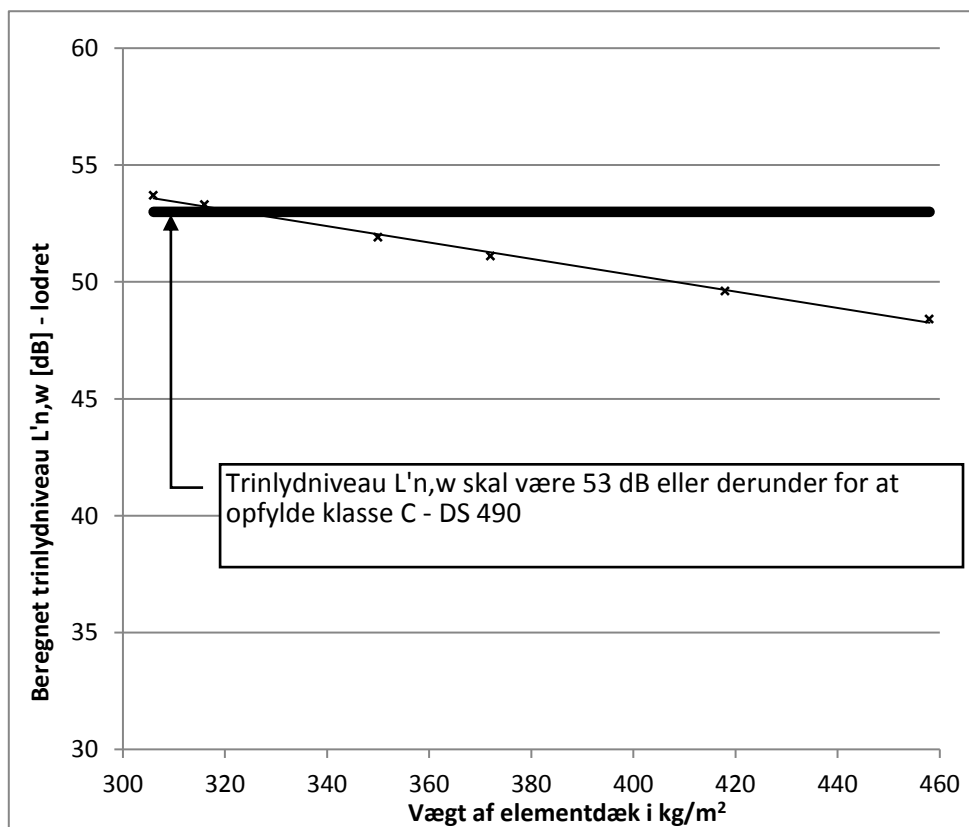


Trinlydsforhold - beregnet

| Ref bilag | Dæk, vægt $L'_{n,w}$ - Bast | |
|-----------|-----------------------------|------|
| | kg/m ² | dB |
| Bilag 1.1 | 306 | 53,7 |
| Bilag 1.2 | 316 | 53,3 |
| Bilag 1.3 | 350 | 51,9 |
| Bilag 1.4 | 372 | 51,1 |
| Bilag 1.5 | 418 | 49,6 |
| Bilag 1.6 | 458 | 48,4 |

Luftlydsforhold - beregnet

| | Dæk, vægt $R'w$ - Bast | |
|--|------------------------|------|
| | kg/m ² | dB |
| | 306 | 53,2 |
| | 316 | 53,8 |
| | 350 | 54,6 |
| | 372 | 55,4 |
| | 418 | 56,5 |
| | 458 | 57,4 |



EKSEMPEL 2: Gulvopbygning: Strøgulv på Knudsen Kombi Max kiler UDEN lydbrik

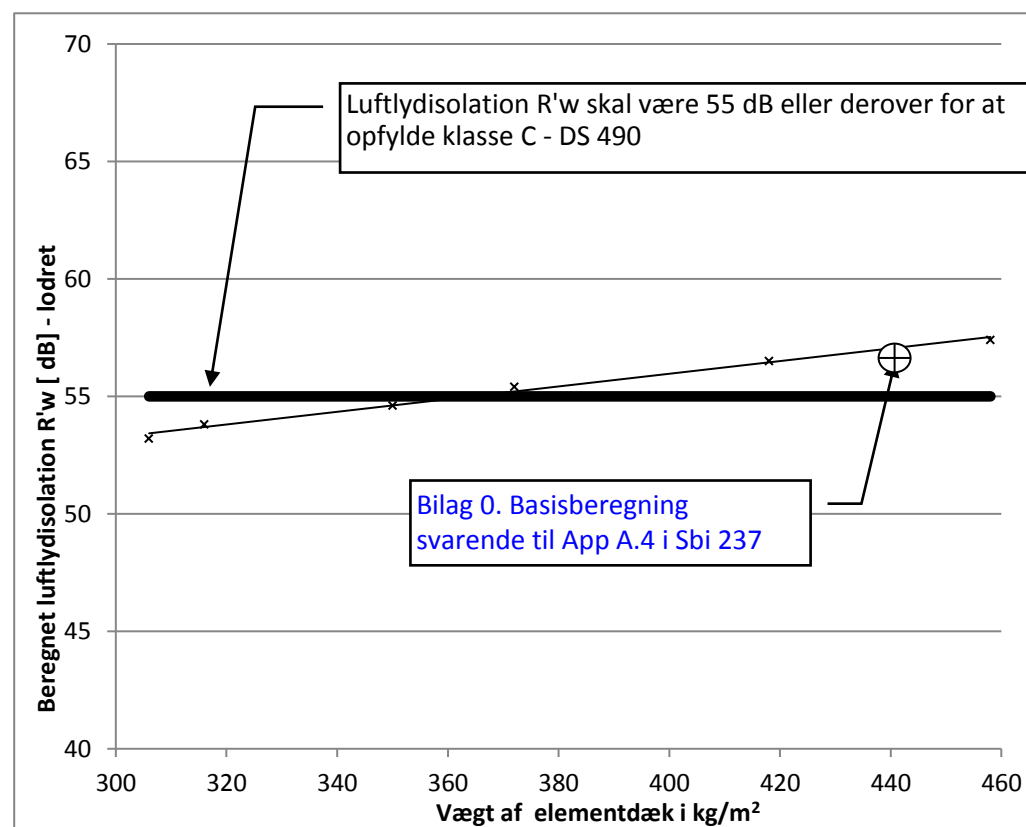
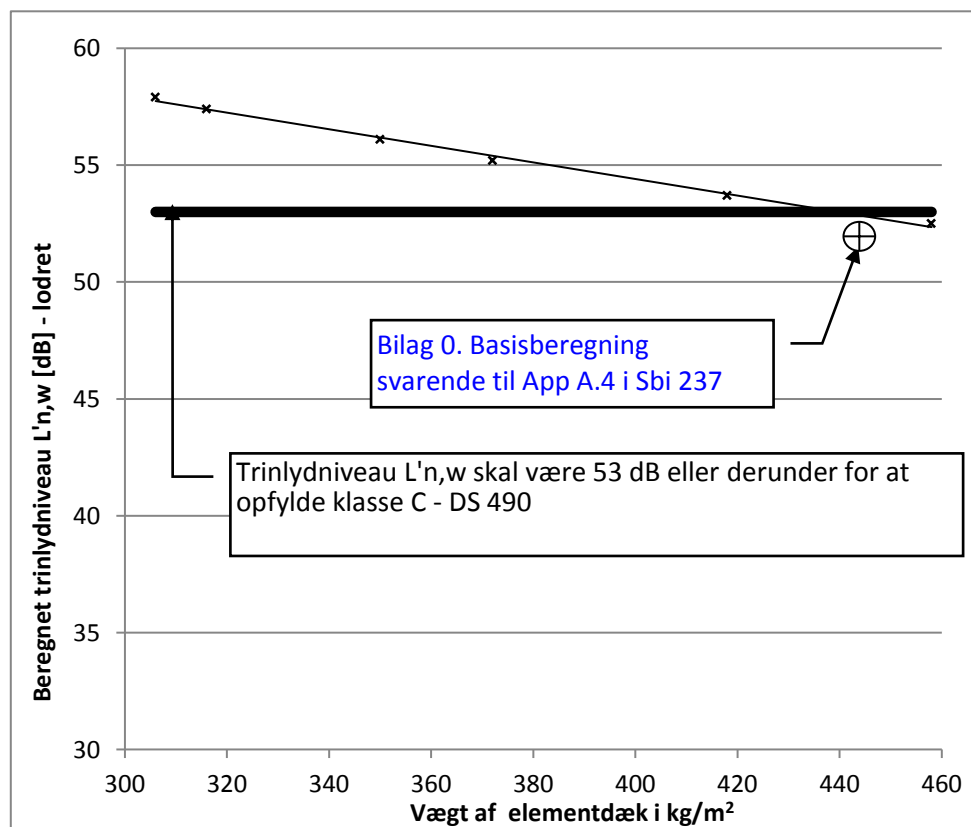


Trinlydsforhold - beregnet

| Ref bilag | Dæk, vægt $L'_{n,w}$ - Bast | |
|-----------|-----------------------------|------|
| | kg/m ² | dB |
| Bilag 2.1 | 306 | 57,9 |
| Bilag 2.2 | 316 | 57,4 |
| Bilag 2.3 | 350 | 56,1 |
| Bilag 2.4 | 372 | 55,2 |
| Bilag 2.5 | 418 | 53,7 |
| Bilag 2.6 | 458 | 52,5 |

Luftlydsforhold - beregnet

| Dæk, vægt $R'w$ - Bast | kg/m ² | dB |
|------------------------|-------------------|------|
| | 306 | 53,2 |
| | 316 | 53,8 |
| | 350 | 54,6 |
| | 372 | 55,4 |
| | 418 | 56,5 |
| | 458 | 57,4 |



EKSEMPEL 3: Gulvopbygning: Trægulv Granab strøsystem 3000, 22mm parket. Mrk 70/48

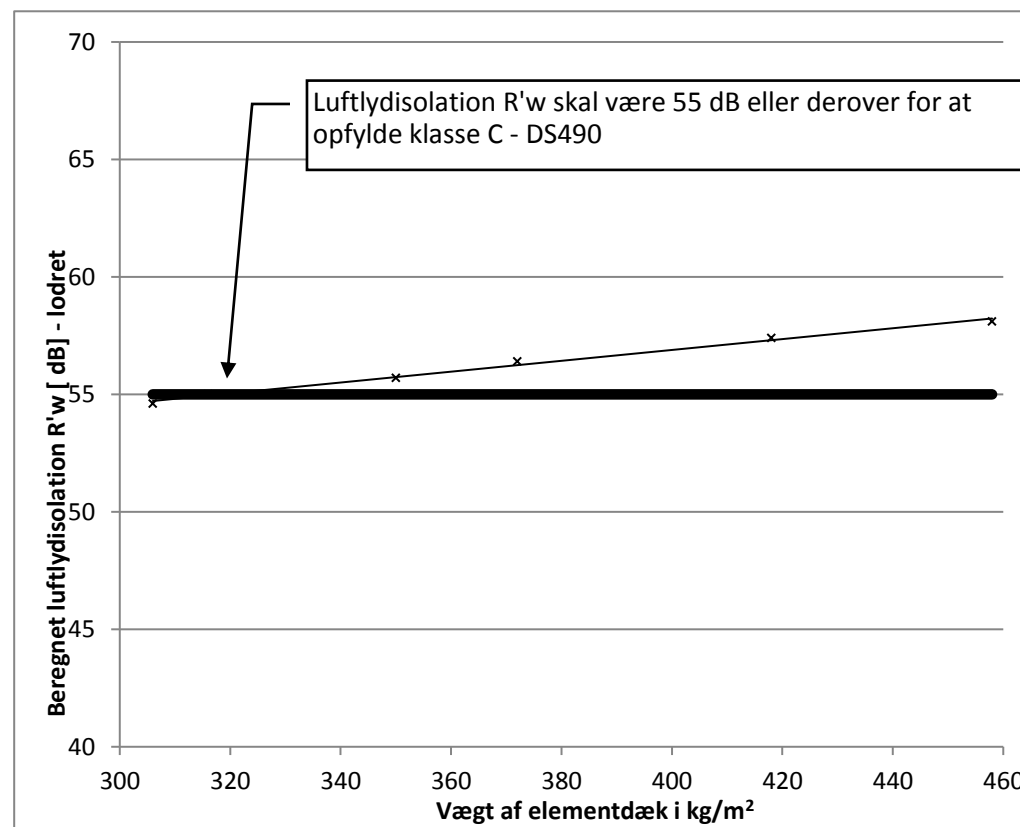
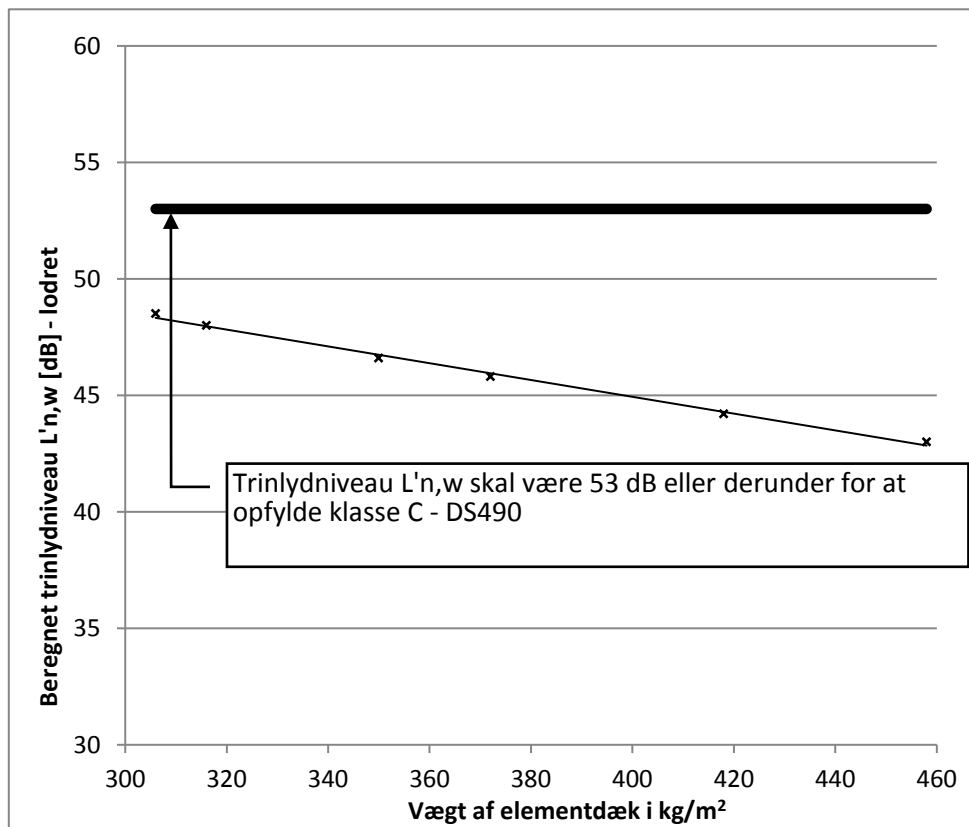


Trinlydsforhold - beregnet

| Ref bilag | Dæk, vægt $L'_{n,w}$ - Bast | |
|-----------|-----------------------------|------|
| | kg/m ² | dB |
| Bilag 3.1 | 306 | 48,5 |
| Bilag 3.2 | 316 | 48,0 |
| Bilag 3.3 | 350 | 46,6 |
| Bilag 3.4 | 372 | 45,8 |
| Bilag 3.5 | 418 | 44,2 |
| Bilag 3.6 | 458 | 43,0 |

Luftlydsforhold - beregnet

| | Dæk, vægt $R'w$ - Bast | |
|--|------------------------|------|
| | kg/m ² | dB |
| | 306 | 54,6 |
| | 316 | 55,0 |
| | 350 | 55,7 |
| | 372 | 56,4 |
| | 418 | 57,4 |
| | 458 | 58,1 |



EKSEMPEL 4: Gulvopbygning: Trægulv Granab strøsystem 3000, 15mm parketgulv + 22mm gulvspånpl. Mrk 100/78

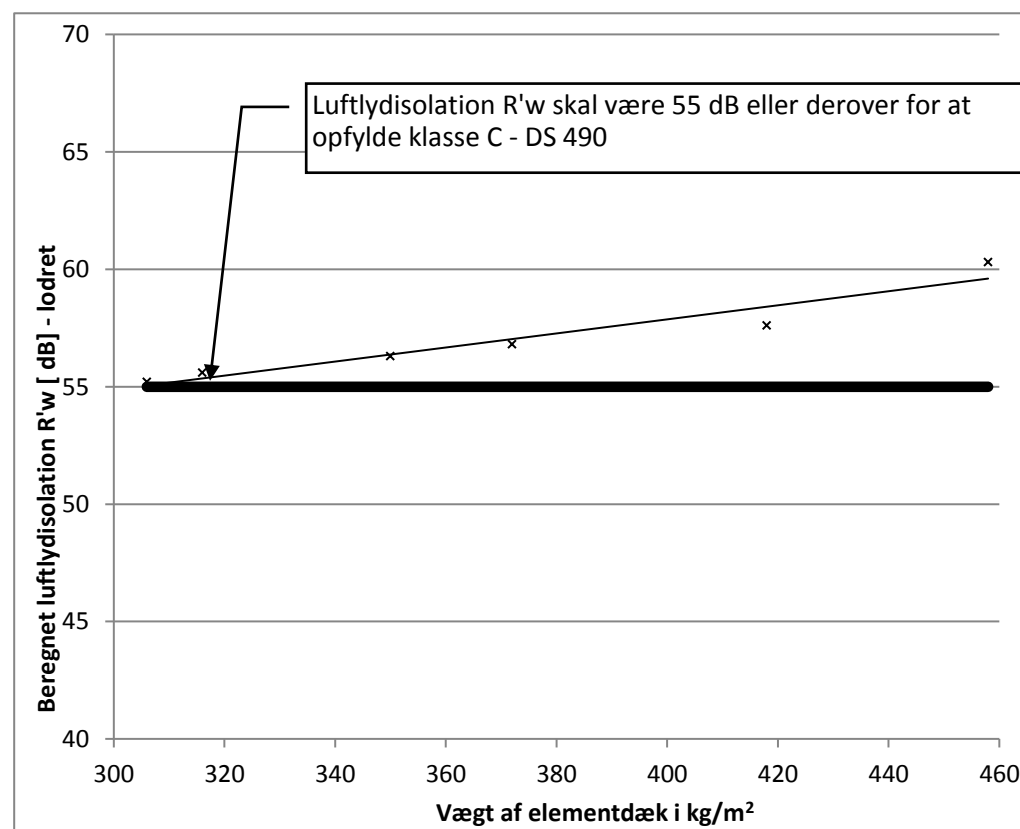
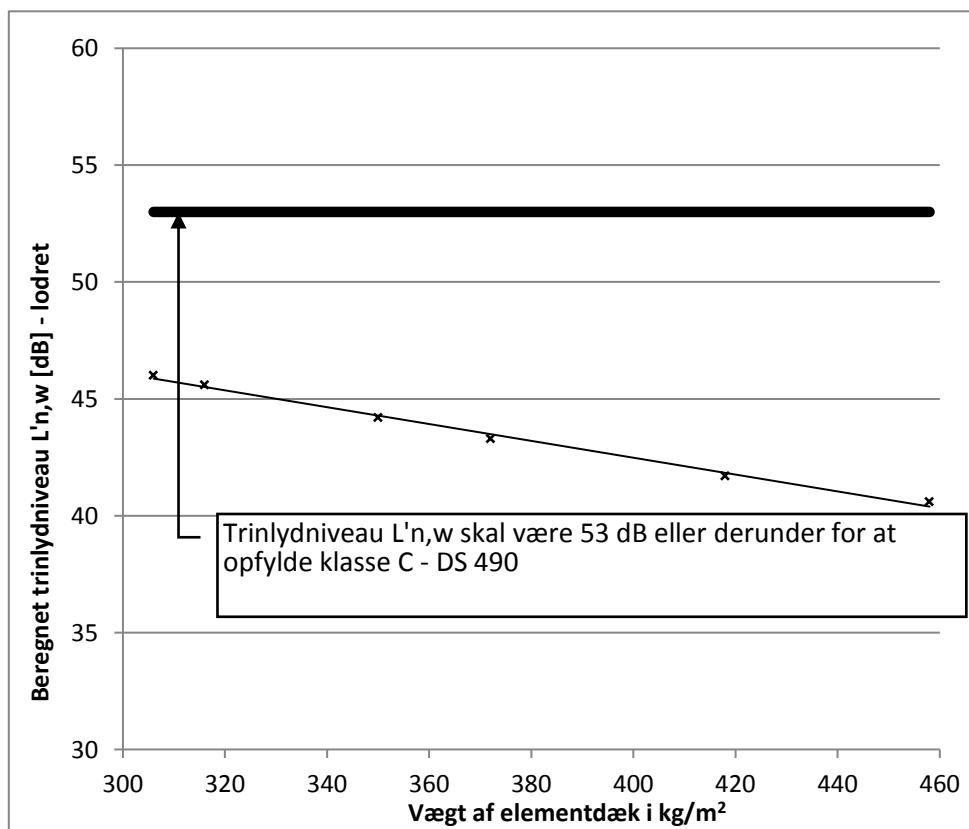


Trinlydsforhold - beregnet

| Ref bilag | Dæk, vægt $L'_{n,w}$ - Bast | |
|-----------|-----------------------------|------|
| | kg/m ² | dB |
| Bilag 4.1 | 306 | 46,0 |
| Bilag 4.2 | 316 | 45,6 |
| Bilag 4.3 | 350 | 44,2 |
| Bilag 4.4 | 372 | 43,3 |
| Bilag 4.5 | 418 | 41,7 |
| Bilag 4.6 | 458 | 40,6 |

Luftlydsforhold - beregnet

| | Dæk, vægt $R'w$ - Bast | |
|--|------------------------|------|
| | kg/m ² | dB |
| | 306 | 55,2 |
| | 316 | 55,6 |
| | 350 | 56,3 |
| | 372 | 56,8 |
| | 418 | 57,6 |
| | 458 | 60,3 |



EKSEMPEL 5: Gulvopbygning: 50mm betonplade svømmende på 30mm mineraluld, svarende til Nordtest 07 floating floor. (NT nummer 1346-97)

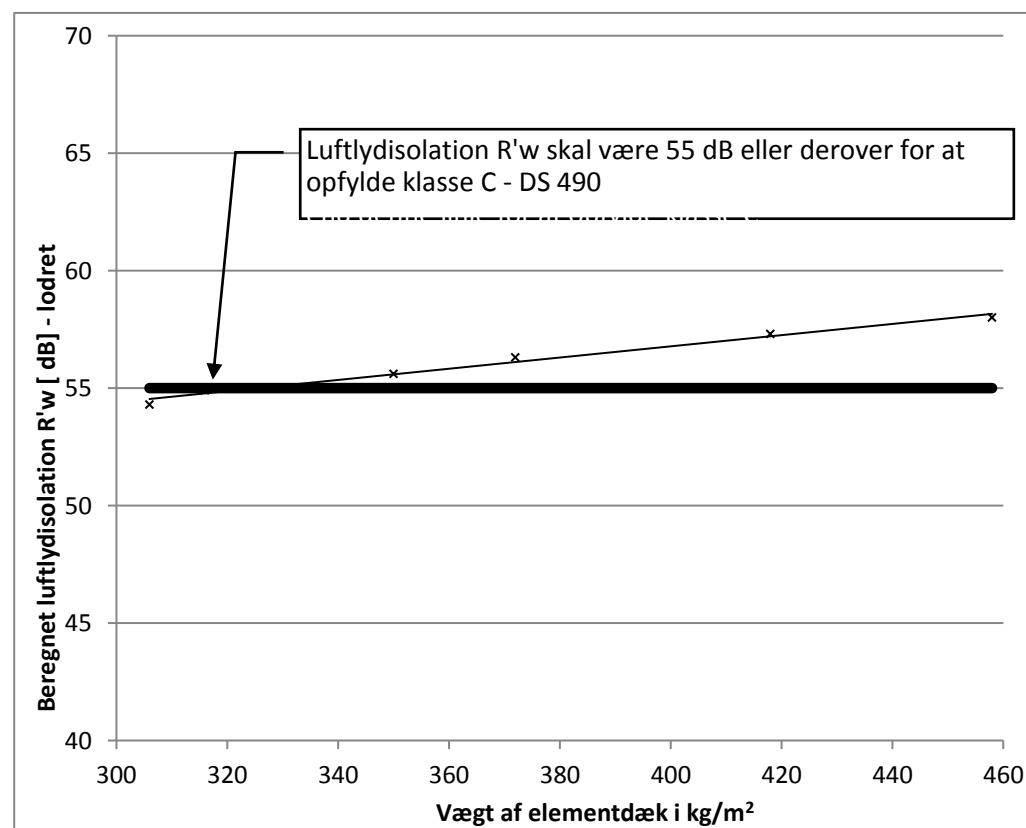
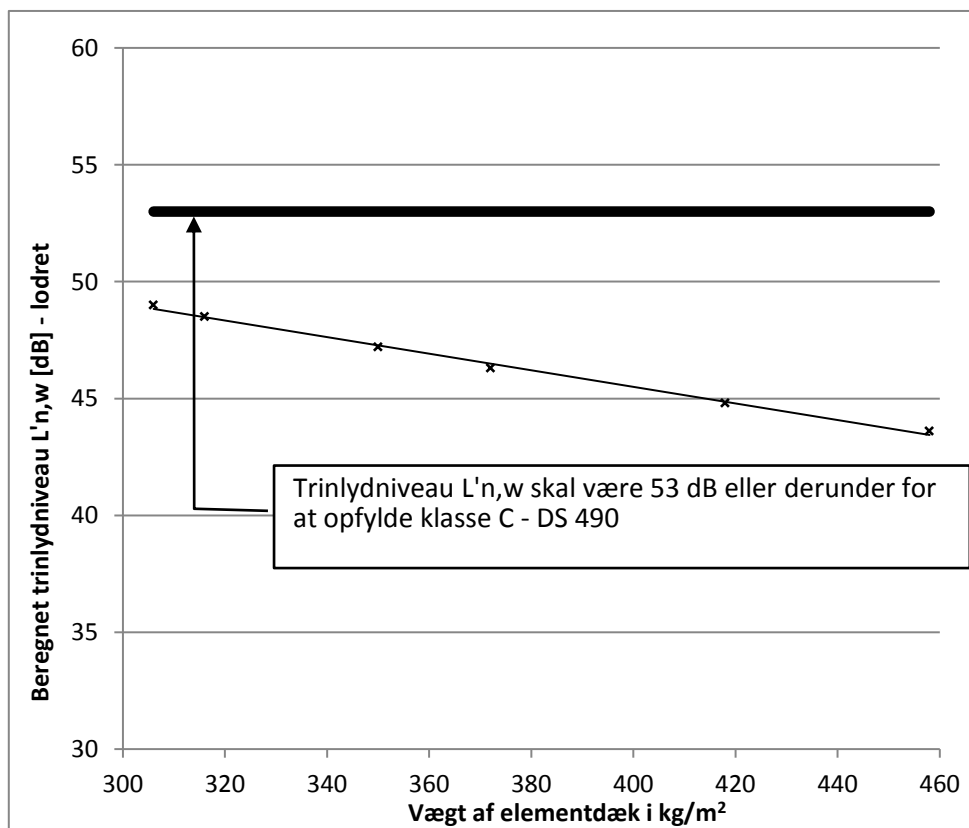


Trinlydsforhold - beregnet

| Ref bilag | Dæk, vægt $L'_{n,w}$ - Bast | |
|-----------|-----------------------------|------|
| | kg/m ² | dB |
| Bilag 5.1 | 306 | 49,0 |
| Bilag 5.2 | 316 | 48,5 |
| Bilag 5.3 | 350 | 47,2 |
| Bilag 5.4 | 372 | 46,3 |
| Bilag 5.5 | 418 | 44,8 |
| Bilag 5.6 | 458 | 43,6 |

Luftlydsforhold - beregnet

| Dæk, vægt $R'w$ - Bast | |
|------------------------|------|
| kg/m ² | dB |
| 306 | 54,3 |
| 316 | 54,9 |
| 350 | 55,6 |
| 372 | 56,3 |
| 418 | 57,3 |
| 458 | 58,0 |



EKSEMPEL 6: Gulvopbygning: 14mm parketgulv på Aprobo 04 "Decibel 2" på 30mm betonafretningslag

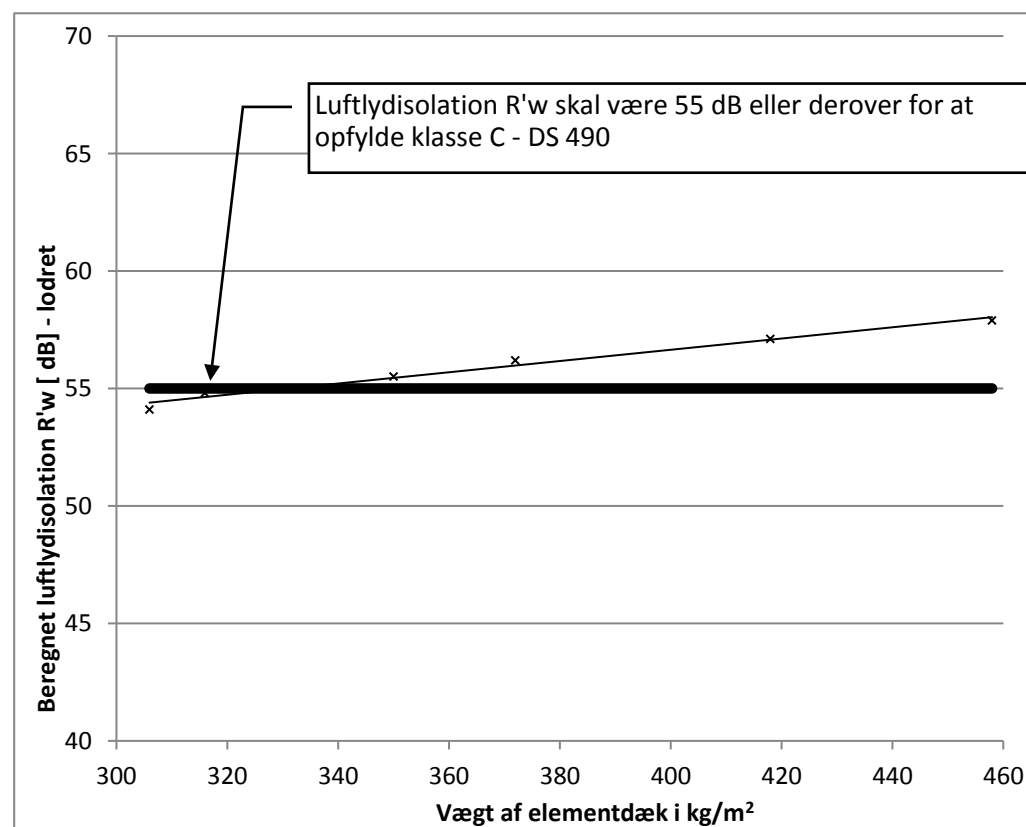
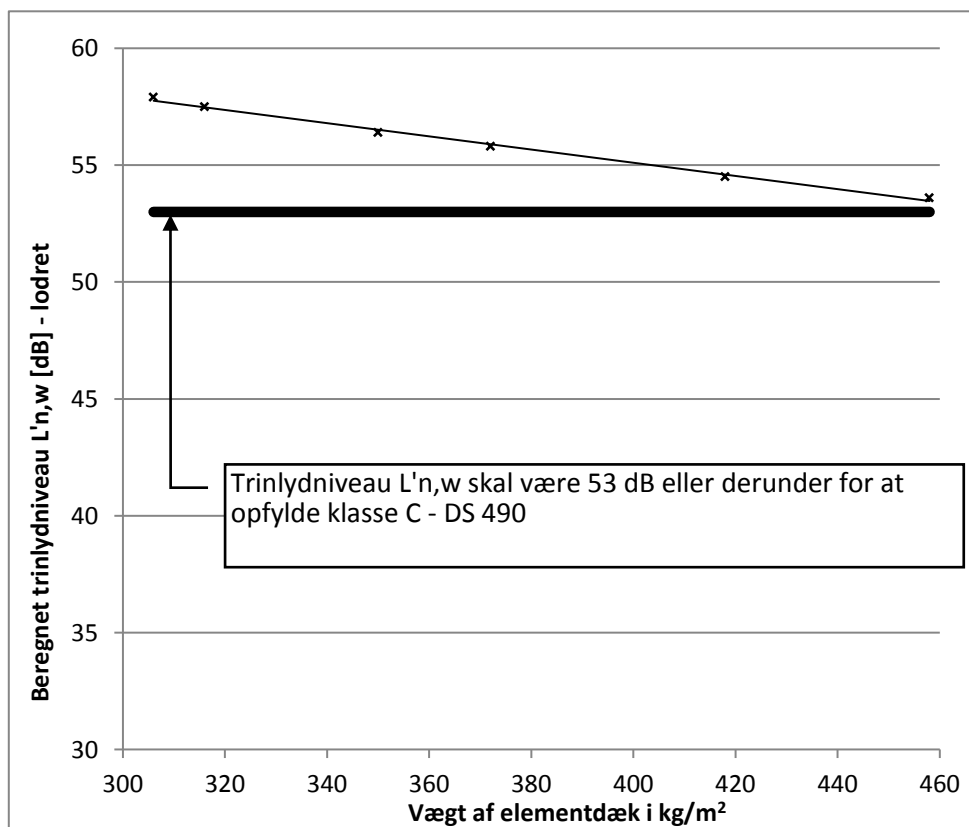


Trinlydsforhold - beregnet

| Ref bilag | Dæk, vægt $L'_{n,w}$ - Bast | |
|-----------|-----------------------------|------|
| | kg/m ² | dB |
| Bilag 6.1 | 306 | 57,9 |
| Bilag 6.2 | 316 | 57,5 |
| Bilag 6.3 | 350 | 56,4 |
| Bilag 6.4 | 372 | 55,8 |
| Bilag 6.5 | 418 | 54,5 |
| Bilag 6.6 | 458 | 53,6 |

Luftlydsforhold - beregnet

| Dæk, vægt $R'w$ - Bast | |
|------------------------|------|
| kg/m ² | dB |
| 306 | 54,1 |
| 316 | 54,8 |
| 350 | 55,5 |
| 372 | 56,2 |
| 418 | 57,1 |
| 458 | 57,9 |



EKSEMPEL 7: Gulvopbygning: 2,5mm linoleum på Aprobo 02 "Decibel 1" på 30mm betonafretningslag



Trinlydsforhold - beregnet

| Ref bilag | Dæk, vægt $L'_{n,w}$ - Bast | |
|-----------|-----------------------------|------|
| | kg/m ² | dB |
| Bilag 1.1 | 306 | 51,4 |
| Bilag 1.2 | 316 | 51,0 |
| Bilag 1.3 | 350 | 49,9 |
| Bilag 1.4 | 372 | 49,3 |
| Bilag 1.5 | 418 | 48,0 |
| Bilag 1.6 | 458 | 47,1 |

Luftlydsforhold - beregnet

| Dæk, vægt $R'w$ - Bast | kg/m ² | dB |
|------------------------|-------------------|------|
| | 306 | 53,9 |
| | 316 | 54,6 |
| | 350 | 55,3 |
| | 372 | 56,1 |
| | 418 | 57,1 |
| | 458 | 57,8 |

