



INGEMANSSON

AUTOMOTIVE

Rapport: 801043-r-A

Datum: 2000-02-28

Antal sid: 8

Stepisol

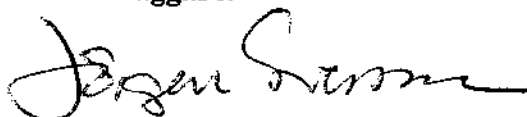
Mätning av statisk och dynamisk styvhet

Uppdragsgivare: Optiroc AB, Sollentuna, genom Svensk Emballageteknik AB, Håkan Forsmark, Tel: 070-580 70 70.

Uppdrag: Att bestämma statisk och dynamisk styvhet för 15 resp 20 mm Stepisol med volymvikten 195 mg/m³.

Sammanfattning: Statisk och dynamisk styvhet har uppmätts för 15 resp 20 mm Stepisol, volymvikt 195 kg/m³. Resultatet visar ett tydligt beroende av den statiska lastens storlek, och brytfrekvensen för stegljudsförbättring hamnar vid 52-62 Hz vid de två använda ytvikterna 55 resp 193 kg/m³. Tjockleken har däremot mindre betydelse. Värdena är något högre än vad som uppmätts för Optisol i fält. Om hänsyn skall tas till luftfjädern i materialet, vilket är oklart i brist på data, ökar styvheten ytterligare.

Handläggare:


Jörgen Svensson

Kvalitetssäkrad:


Ingmar Arvidsson



Ingemansson Automotive AB - Er partner för Ljud och Vibrationer

ISO 9001

Kämpegatan 7

Tel 031-774 74 00

Org.nr: 556555-2022

Box 276,

Fax 031-774 74 74

Styrelsens säte: Göteborg

Göteborg

www.ingemansson.se

Innehåll

1	Bakgrund.....	2
2	Provningsmetoder	2
2.1	Statisk styvhet.....	2
2.1.1	Mätförfarande	2
2.1.2	Mätutrustning.....	3
2.2	Dynamisk styvhet	3
2.2.1	Mätförfarande	3
2.2.2	Mätutrustning.....	4
2.2.3	Beräkningar.....	4
3	Resultat	6
3.1	Statisk styvhet.....	6
3.2	Dynamisk styvhet	7
4	Kommentarer	8

1 Bakgrund

Stepisol är en elastisk, permeabel cellplastmatta som levereras i olika tjocklekar, bl.a. för stegljudsisolering. Med pågjutning av betong bildas ett flytande golv vars brytfrekvens f_0 avgör den stegljudsisolerande effekten. Kombinationen Stepisol (Svensk Emballagetechnik AB) och överbetong (Optiroc) benämnes Optisol.

För att erhålla underlag för beräkning av brytfrekvensen har den dynamiska styvheten uppmätts för 15 resp 20 mm Stepisol med volymvikten 195 kg/m^3 (grön). Som komplement har även den statiska styvheten registrerats.

Mätresultatet jämförs med data från fältmätningar av stegljudsförbättringen hos Optisol.

2 Provningsmetoder

2.1 Statisk styvhet

2.1.1 Mätförfarande

Provstycken med måtten 20 x 20 cm placerades mellan två styva aluminiumplattor i Ingemanssons testrigg. Underlaget är avsevärt styvare än provet varför dess nedfjädring kan försummas. På den övre plattan applicerades en långsamt rampande kraft med hjälp av en servohydraulisk cylinder. Provet komprimerades till en maxlast och avlastades

därefter med samma hastighet. Cykelns varaktighet c:a 50 sekunder. Kraften (F) från en lastcell placerad mellan hydraulpistongen och övre plattan registrerades på en 2-kanalig signalanalysator. Samtidigt registrerades deflektionen (x) med hjälp av en lägesgivare (LVDT) inbyggd i hydraulcilindern. Kraftområdet täcker gott och väl det belastningsområde som anges i den dynamiska provningsstandarden för material under flytande golv i bostäder, ISO 9052-1. Provet förkonditionerades med två lastcykler och registrering utfördes under tredje cykeln.

2.1.2 Mätutrustning

<i>Instrument</i>	<i>Fabrikat</i>	<i>Vår beteckning</i>
Servohydraulrigg	MTS 242.02	E 18
Kraftgivare	MTS 661.19C/D-02	
Lägesgivare	MTS 242.02	
Kontrollenhet	MTS 458.20	
Signalanalysator	Hewlett-Packard 3562A	AL 107

2.2 Dynamisk styvhet

2.2.1 Mätförfarande

Mätning av dynamisk styvhet s_t utfördes enligt standarden ISO 9052-1:1989 "Acoustics – Determination of dynamic stiffness – Part 1: Materials used under floating floors in dwellings". Provet 20 x 20 cm placerades i testriggen enligt ovan men övre plattan försågs med en pålimmad tilläggsikt. Total massa skall enligt standarden vara $8 \pm 0,5$ kg. I vårt test användes 7,73 kg vilket innebär ytvikten 193 kg/m^2 . Med tanke på att Optisol normalt belastas med $40\text{-}60 \text{ kg/m}^2$ utfördes även provning med total massa 2,20 kg (55 kg/m^2) utanför standarden.

Excitering av massan genom sinussvep utfördes med en elektrodynamisk vibrator. Tre nivåer av dynamisk kraft användes: 0,10 / 0,25 / 0,40 N rms. Kraften F mättes med en piezoelektrisk givare mellan vibratorn och testmassan och responsen v registrerades på en 2-kanalig signalanalysator med hjälp av en accelerometer placerad på testmassan. Signalen integrerades till vibrationshastighet i en laddningsförstärkare. Ur maxvärdet för uppmätt överföringsfunktion v/F bestämdes resonansfrekvensen f_m för respektive kraftnivå. Det kontrollerades att svängningsformen vid denna resonans var rent vertikal.

Provstycket kan betraktas som plant varför utfyllnad av ojämnheter ej krävs. Detta gjordes dock i ett fall för kontroll, genom påläggning av gips mellan övre plattan och en

tunn plastfolie på Stepisolytan. Skillnaden i uppmätt styvhet med och utan gipsspackel uppgick till endast +4 % varför ingen spackling utfördes fortsättningsvis. Någon annan behandling av provet skall enligt standarden inte utföras (open cell materials).

2.2.2 Mätutrustning

<i>Instrument</i>	<i>Fabrikat</i>	<i>Vår beteckning</i>
Vibrator	Goodman V50 Mk1	E3
Kraftgivare	Brüel & Kjaer 8201	QP 20
Accelerometer	Brüel & Kjaer 4382	VP 38
Laddningsförstärkare	Brüel & Kjaer 2635	QF 37, QF 38
Signalanalysator	Hewlett-Packard 3562A	AL 107

2.2.3 Beräkningar

De uppmätta resonansfrekvenserna vid tre olika exciteringsnivåer extrapolerades till belastningsnivån = 0. Med den extrapolerade resonansfrekvensen f_t och den använda massbelastningen per ytenhet m'_t beräknades provets styvhet per ytenhet:

$$s'_t = 4 \pi^2 m'_t f_t^2$$

Beroende av materialets flödesresistans i lateralriktningen (kan bestämmas enligt ISO 9053 eller likvärdig metod) skall hänsyn tas till att luftens styvhet i spalten där provet befinner sig sätts ur spel genom den begränsade provytan. Vid flödesresistans mellan 10 och 100 kPas/m² skall därför luftspaltens styvhet adderas till den uppmätta styvheten för att värdet skall kunna tillämpas i praktiken. Porositeten och lufttrycket ingår i formeln för luftens styvhet. I skrivande stund är vare sig flödesresistansen eller porositeten känd, varför ett schablonvärde för 90 % porositet och lufttrycket 1000 hPa redovisas separat enligt

$$s'_a = 111/d$$

där d är provets tjocklek i mm.

Brytfrekvensen för stegljudsförbättringen hos det flytande golvet är den frekvens från vilken stegljudskurvan för råbjälklaget approximativt reduceras med 12 dB per oktav. Brytfrekvensen beräknas som

$$f_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{s(M_u + M_\delta)}{M_u M_\delta}}$$

där s = styvheten per ytenhet hos det elastiska materialet
 M_u = ytvikten hos det bärande bjälklaget
 M_δ = ytvikten hos övergolvet

I detta fall har det bärande bjälklaget satts till 200 mm betong, 480 kg/m².

3 Resultat

3.1 Statisk styvhet

Statisk styvhet per ytenhet uppmätt 2000-01-14 redovisas i diagrammen 1 och 2 och tabelleras enligt följande.

Tabell 1. Statisk styvhet

Diagram	1	2
Stepisol 195 kg/m ³ , 20 x 20 cm, tjocklek	15 mm	20 mm
Provexemplar nr	15/1	20/1
Max statisk last	6,90 kPa	6,58 kPa
Begynnelsestyvhet	3,1 MN/m ³	3,1 MN/m ³
Slutstyvhet	18,1 MN/m ³	14,9 MN/m ³
Medelstyvhet	7,7 MN/m ³	7,0 MN/m ³

Anm. 1 kPa = 101,9 kg/m²

Diagram 1. Statisk kraft per nedfjädring för 15 mm Stepisol

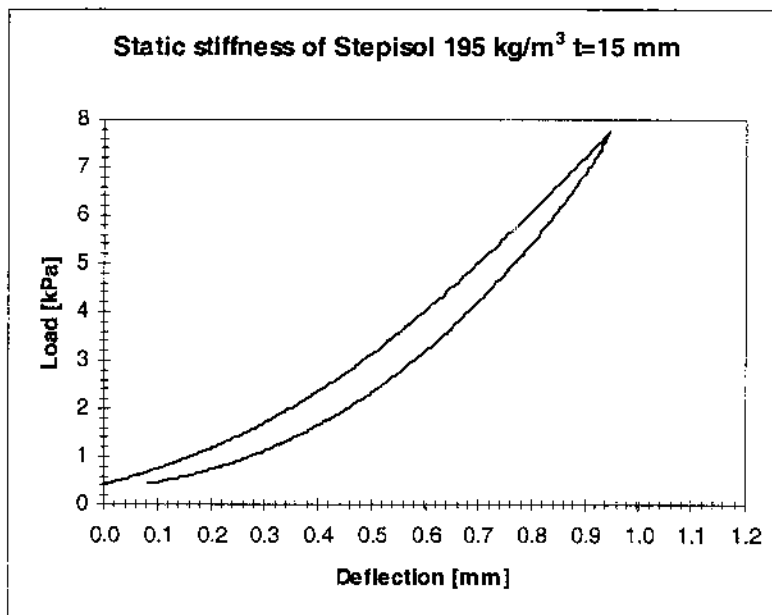
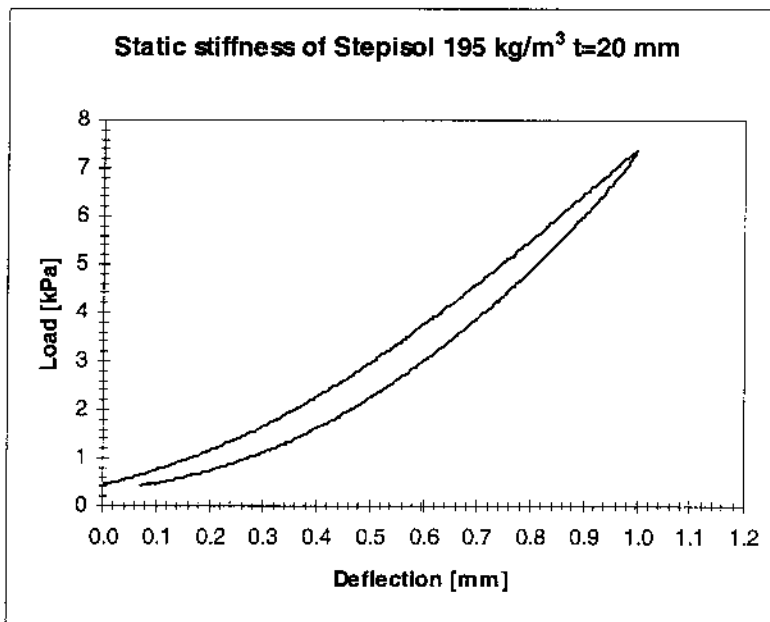


Diagram 2. Statisk kraft per nedfjädring för 20 mm Stepisol


3.2 Dynamisk styvhet

Dynamisk styvhet per ytenhet uppmätt 2000-01-14 enligt ISO 9052-1:1989 redovisas i tabellen nedan .

Tabell 2. Dynamisk styvhet vid ytlast 193 kg/m².

Prov nr	Tjocklek mm	Resonans-frekvens Hz	Stepisol styvhet s'_t MN/m ³	Luftens styvhet s'_a MN/m ³	Total styvhet s' MN/m ³	Brytfrekvens vid aktuell ytlast [Hz]	
						Med luftfjäder	Utan luftfjäder
1	20	44.37	15.02				
2	20	44.03	14.79				
3	20	43.57	14.48				
Medelvärde:			14.76	5.55	20.31	61	52
1	15	46.74	16.67				
2	15	46.81	16.72				
3	15	45.33	15.68				
Medelvärde:			16.35	7.40	23.75	66	55



Dynamisk styvhet per ytenhet uppmätt 2000-02-21 med lägre ytlast redovisas i tabellen nedan .

Tabell 3. Dynamisk styvhet vid ytlast 55 kg/m².

Prov nr	Tjocklek mm	Resonans-frekvens Hz	Stepisol styvhet s'_t MN/m ³	Luftens styvhet s'_a MN/m ³	Total styvhet s' MN/m ³	Brytfrekvens vid aktuell ytlast [Hz]	
						Med luftfjäder	Utan luftfjäder
1	20	59.17	7.60				
2	20	59.58	7.71				
3	20	58.39	7.40				
Medelvärde:			7.57	5.55	13.12	82	62
1	15	60.07	7.84				
2	15	57.54	7.19				
3	15	56.31	6.88				
Medelvärde:			7.30	7.40	14.70	87	61

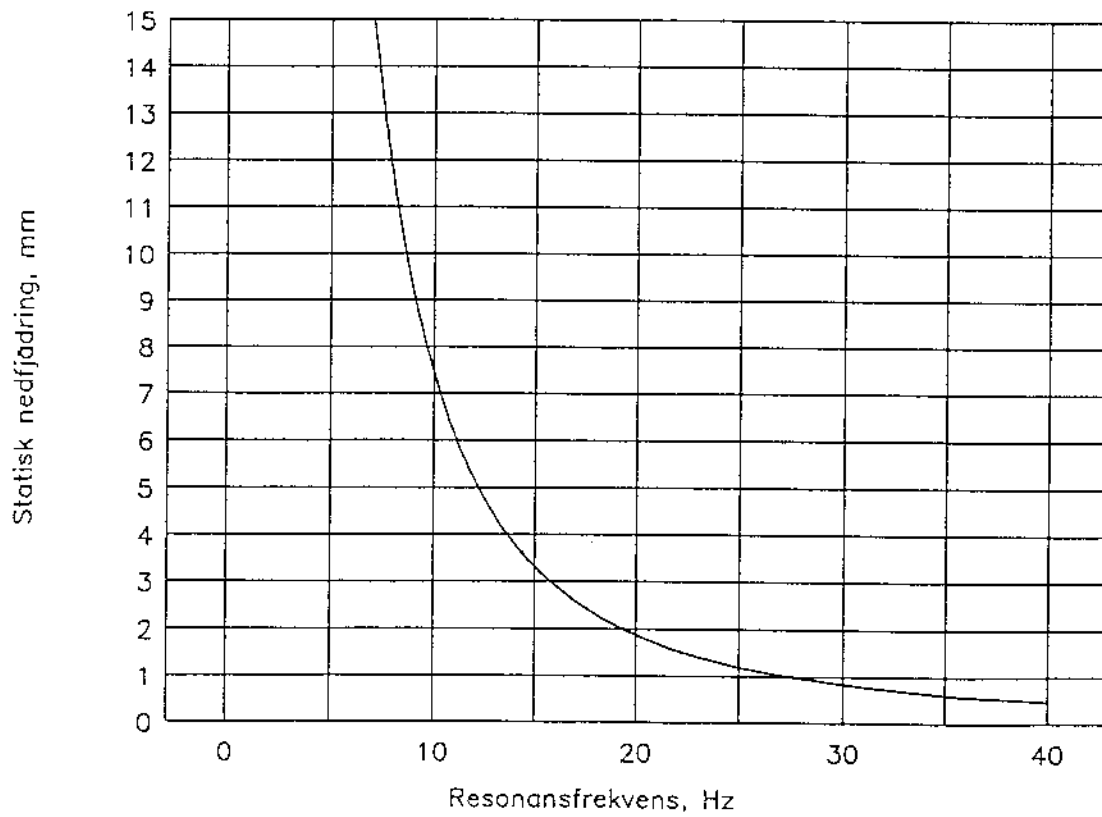
4 Kommentarer

Den dynamiska styvheten är i relativt liten grad beroende av tjockleken och vid låg ytlast ligger skillnaden inom mätonoggrannheten som uppskattas till $\pm 5\%$. Vid den låga ytlasten har dessutom den eventuella luftfjädern avgörande inverkan, varför flödesresistansen borde bestämmas. Fältmätningar av Optisol har visat en brytfrekvens vid c:a 50 Hz, att jämföra med här uppmätta 62 Hz, vilket indikerar att luftfjädern *inte* skall adderas, men samtidigt har ytvikten varit större än 55 kg/m². Det hör också till bilden att ett grovmaskigt plastnät ligger mellan överbetongen och Stepisol i fältmätningen av den sammangjutna produkten.

De statiska lastkurvorna visar att materialet är olinjärt vilket förklarar att dubbelt så stor dynamisk styvhet uppmätes vid 193 kg/m² som vid 55 kg/m².

STEPISOL

Stepisol. Resonansfrekvens



STEPISOL – GRÖN

Densitet : 195 kg/m³

Statisk E-modul : 0,12 N/mm²

Statisk E-modul : 0,12 MPa

Max statisk belastning : 0,010 N/mm²

