

Memorandum

Aan

Reppel BV / Fonofloor BV
t.a.v. de heer ing. R. van der Klis
Postbus 102
3300 AC DORDRECHT

Van

prof.ir. E. Gerretsen

Onderwerp

Akoestische beoordeling vloersystemen

Inleiding

Reppel BV en Fonofloor BV werken samen om naast de vloeren op basis van de LEWIS[®] zwaluwstaartplaten ook vloeren op basis van MAX4[®] platen voor houten balkvloeren gaan toepassen. Dergelijke platen zijn er in drie uitvoeringen en deze vloeren worden over het volle oppervlak opgelegd op veerkrachtig materiaal. Als veerkrachtig materiaal is voor Fonofive[®] gekozen. Voor toepassing van deze nieuwe vloerplaten komen drie typen balkvloeren in aanmerking. Evenals in het verleden voor de toepassing van de LEWIS[®] zwaluwstaart vloeren, heeft Reppel aan TNO opdracht gegeven een prognose op te stellen van de akoestische prestatie van diverse combinaties met MAX4[®] platen voor houten balkvloeren. Ter vergelijking zijn ook de prestaties op enkele steenachtige vloeren bepaald. Deze prognoses worden in dit memo besproken.

Vloerelementen

MAX4[®] platen zijn geprofileerde wapeningsplaten voor gietvloeren waarin vloerverwarming kan worden opgenomen. De gietvloer wordt tot 5 mm boven de platen gevuld met gietbeton (anhydriet). Er zijn drie typen platen, FS09 en FS10 met een totale dikte van 15 mm en FS20 met een totale dikte van 25 mm. De gewichten zijn resp. 29, 32 en 50 kg/m². Voor de anhydriet wordt verder uitgegaan van een dichtheid van 2200 kg/m³ en een E-modulus van ca. 50 kN/mm².

Het veerkrachtige oplegmateriaal Fonofive[®] van Fonofloor is opgebouwd uit een gesloten flexibele laag en een poreuze nonwoven laag; voor de toepassing onder deze vloeren is akoestisch alleen de nonwoven laag van belang. Volgens opgave Fonofloor heeft Fonofive[®] bij een dikte van ca. 6 mm een poreuze laag van 4,5 mm dikte en een dynamische stijfheid van 25 MN/m³.

Van de MAX4[®] dekvloer was in eerste instantie alleen een laboratorium meetresultaat beschikbaar van de verbetering van de contactgeluidisolatie op een betonvloer (standaard laboratoriumsituatie) bij bovendien een ander soort oplegmateriaal. Uit vergelijking tussen berekeningen en die meetresultaten blijkt een dynamische stijfheid die vergelijkbaar is met de 10 mm Fonofloor materialen; voor steenachtige vloerconstructies kunnen de berekeningen dus betrouwbaar worden toegepast. Later kwamen ook enkele laboratoriummetingen uit Rosenheim (Reppel) en een

Monitoring Systems

Stieltjesweg 1
Postbus 155
2600 AD Delft

www.tno.nl

T +31 15 269 20 00
F +31 15 269 21 11
info-lenT@tno.nl

Datum

29 januari 2010

Onze referentie

MON-MEM-033-DTS-2009-
00573a

Doorkiesnummer

+31 15 269 24 61

Datum

29 januari 2010

Onze referentie

MON-MEM-033-DTS-2009-
00573a

praktijkmeting uit Amersfoort (Fonofloor) op vergelijkbare houten vloerconstructies beschikbaar; deze konden niet direct als verbetering door de dekvloer worden geïnterpreteerd, maar zijn gebruikt voor een globale verificatie en bijstelling (zie later) van de rekenresultaten voor houten vloerconstructies.

De vloerelementen zullen worden toegepast op de typen houten balkenvloer die in het rapport over de Lewisplaten zijn aangegeven als B0, B2.1, B2.2, MK1 en C1; zie TNO-rapport 020026, Lucht- en contactgeluidisolatie bij diverse variaties van Lewisvloeren - opzet van een prognosematrix, mei 200. Tevens worden enkele voorbeelden gegeven bij toepassing op voor de renovatie relevante steenachtige vloerconstructies: een combinatievloer van ca 175 kg/m² en betonvloeren met afwerklaag van ca 290 kg/m² en 340 kg/m² (zie bijvoorbeeld het handboek 'Geluidwering bij woningverbetering', van Luxemburg e.a., 1997).

Wijze van aanpak

Om prognoses te kunnen geven van de lucht- en contactgeluidisolatie bij toepassing van MAX4[®] dekvloeren is de zelfde aanpak gehanteerd als bij voornoemd TNO-rapport. Bij dat onderzoek zijn van de verend opgelegde dekvloeren op een bepaalde basisvloer berekeningen uitgevoerd met het door TNO ontwikkelde programma *BASlab* (BouwAkoestische Simulatie: lucht- en contactgeluidisolatie van bouwelementen onder laboratoriumomstandigheden). Om het resultaat van de totale vloeropbouw te kunnen aangeven zijn op die rekenresultaten theoretisch/empirische aanpassingen toegepast voor de diverse constructieonderdelen, welke veelal werden onderbouwd met meetresultaten. Voor de nieuwe dekvloeren zijn opnieuw berekeningen uitgevoerd met de zelfde basisvloer. Voor de verschillende vloertypen is vervolgens het verschil in rekenresultaat tussen de Lewisdekvloer en de uitvoeringen van de MAX4[®] dekvloer op de resultaten verwerkt. Op die wijze is voor de relevante vloertypen uit het TNO-rapport een prognose opgesteld van het resultaat met de MAX4[®] dekvloeren. Daarbij is, als in dat rapport, de I_{lu} en I_{co} onder laboratoriumomstandigheden aangegeven en ook de algemenere aanduidingen volgens de Europese norm EN-ISO 717 $R_w(C;C_{tr})$ en $L_{nw}(C_1)$ zoals die ter aanvulling op genoemd rapport ook in een memo zijn weergegeven (Memo van februari 2005).

Resultaten

Op grond van de rekenresultaten kunnen in eerste instantie al een aantal conclusies worden getrokken. Het verschil tussen de typen FS09 en FS10 is verwaarloosbaar. Dit betekent dat we twee variaties hebben: FS9/FS10 op Fonofive[®] en FS20 op Fonofive[®].

Bij de contactgeluidisolatie bleek dat de resultaten sterk worden bepaald door het resultaat bij de zogenaamde massa-veer-resonantie; bij deze frequentie treedt vrijwel geen verbetering op of zelfs een geringe verslechtering. Gezien het berekende spectrum, enige ervaring met berekeningen voor dit type constructies en de genoemde meetresultaten voor gelijksoortige situaties met houten vloerconstructies is dit niet realistisch en derhalve is het rekenresultaat hiervoor gecorrigeerd. Voor de luchtgeluidisolatie speelt dit effect nauwelijks een rol zodat daarvoor de berekende resultaten ongecorrigeerd zijn samengevat.

Datum

29 januari 2010

Onze referentie

MON-MEM-033-DTS-2009-
00573a

Dat het resultaat voor de FS20 op Fonofive® voor contactgeluid slechter is dan voor FS10 komt waarschijnlijk door een ongelukkige combinatie van de ligging van de massa-veerfrequentie en de grensfrequentie van de dekvloer, hetgeen mindere resultaten oplevert bij de midden en hoge frequenties. Pas bij een dikkere poreuze laag zou dit voldoende gecorrigeerd kunnen worden om een iets beter resultaat te krijgen.

De resultaten zijn in tabel 1 samengevat en in de bijlage in detail weergegeven.

Tabel 1 Overzicht van vier houten vloerconstructies met type aanduiding en opbouw en twee steenachtige vloerconstructies met daarop twee verschillende dekvloercombinaties met bijbehorende laboratorium-isolatie-index voor lucht- en contactgeluidisolatie evenals de overeenkomstige Europese ééngetalsaanduidingen voor lucht- en contactgeluidisolatie; schatting op basis van simulatie.

Type	MAX4® FS9/FS10 of FS20 vloer op Fonofive® en basisvloer:	I _{lu}	R _w (C;C _{tr})	I _{co}	L _{nw} (C _i)
-B0	22/200x100-600/flex 10g+10p				
	FS9/FS10- Fonofive	+3	54(0;-7)	0	61(-2)
	FS20- Fonofive	+4	57(-2;-8)	-4	65(-2)
-B2.1	22/200x100-600+80w/flex 12,5g				
	FS9/FS10- Fonofive	+2	54(-1;-7)	-1	62(-2)
	FS20- Fonofive	+4	57(-2;-8)	-4	65(-2)
-B2.2	22/200x100-600+140w/flex 12,5g				
	FS9/FS10- Fonofive	+4	56(-1;-8)	+4	57(-2)
	FS20- Fonofive	+6	59(-2;-9)	-3	64(-2)
-MK1	50bik/12,5f+22/200x100-600				
	FS9/FS10- Fonofive	-11	41(-1;-2)	-10	71(-2)
	FS20- Fonofive	-6	46(-1;-3)	-18	79(-2)
-C1	22/200x100-600+S/flex 12,5g				
	FS9/FS10- Fonofive	+3	55(-1;-8)	-2	63(-2)
	FS20- Fonofive	+5	58(-2;-9)	-7	68(-2)
homogeen	150 mm combinatievloer, 175 kg/m²				
	FS9/FS10- Fonofive	-6	48(-2;-3)	-11	68(1)
	FS20- Fonofive	-6	47(-1;-5)	-13	71(0)
homogeen	120 mm betonvloer, ca 290 kg/m²				
	FS9/FS10- Fonofive	+4	56(-1;-4)	-5	62(0)
	FS20- Fonofive	+1	54(-2;-7)	-7	65(0)
homogeen	150 mm betonvloer, ca. 340 kg/m²				
	FS9/FS10- Fonofive	+6	58(-1;-4)	-2	59(0)
	FS20- Fonofive	+3	56(-2;-7)	-4	63(0)

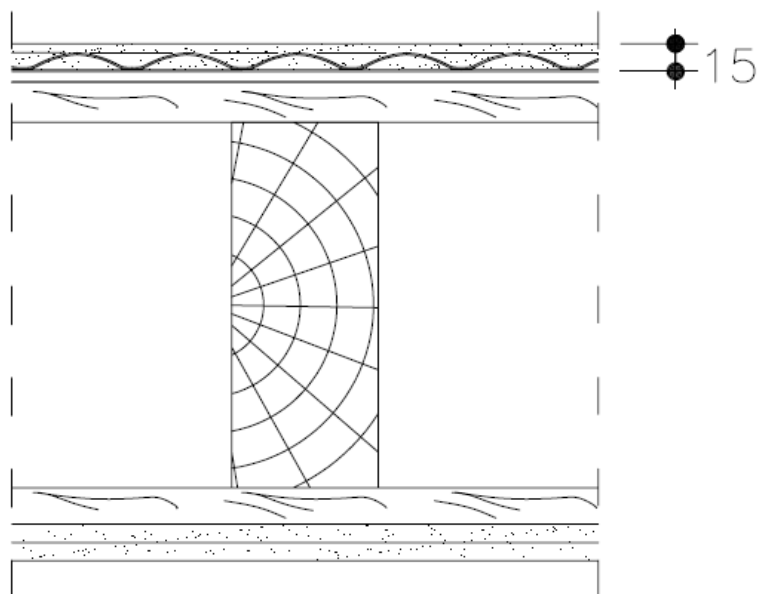
Bijlagen

Datum

29 januari 2010

Onze referentie

MON-MEM-033-DTS-2009-
00573a

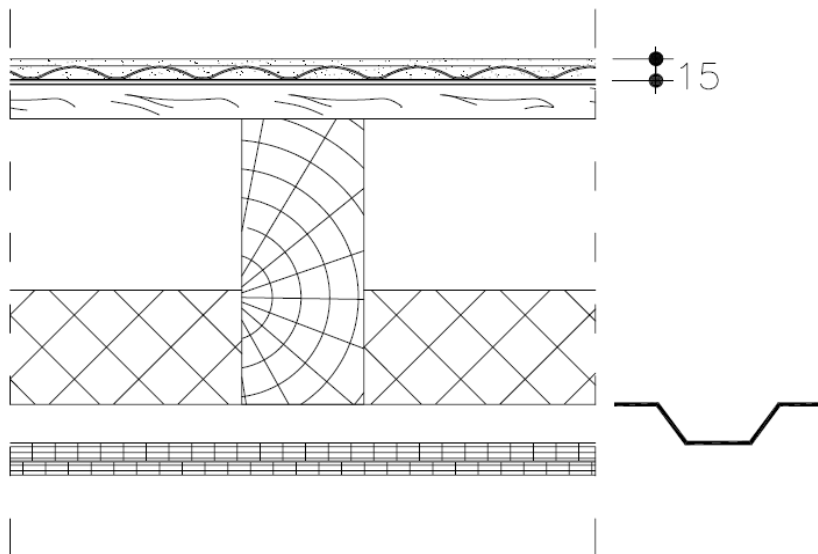


MAX B0

MAX B0	I_{lu}	$R_w(C;C_{tr})$	I_{co}	$L_{nw}(C_l)$
FS9/FS10- Fonofive	+3	54(0;-7)	0	61(-2)
FS20- Fonofive	+4	57(-2;-8)	-4	65(-2)

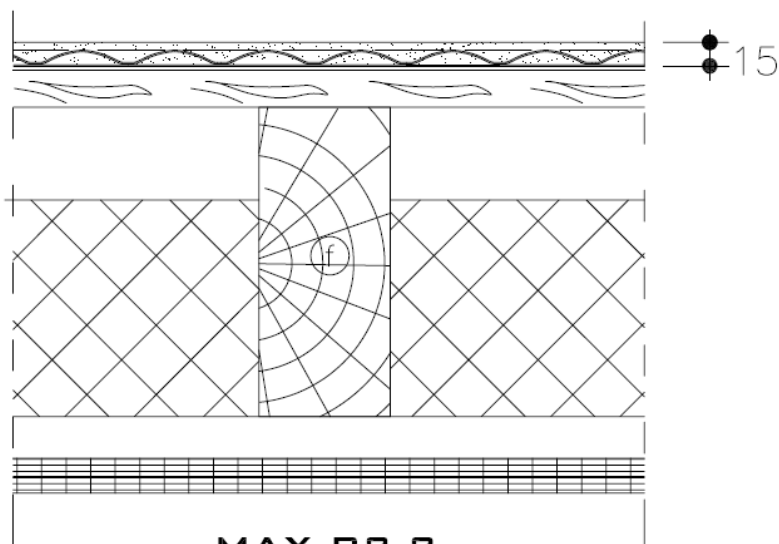
Datum
29 januari 2010

Onze referentie
MON-MEM-033-DTS-2009-
00573a



MAX B2.1

MAX B2.1	I_{lu}	$R_w(C;C_{tr})$	I_{co}	$L_{nw}(C_l)$
FS9/FS10- Fonofive	+2	54(-1;-7)	-1	62(-2)
FS20- Fonofive	+4	57(-2;-8)	-4	65(-2)

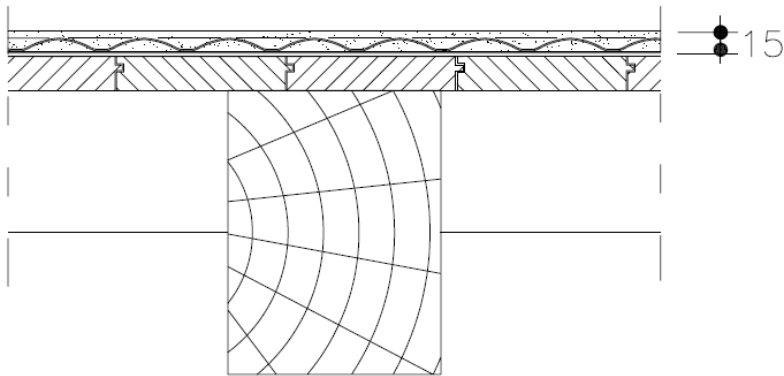


MAX B2.2

MAX B2.2	I_{lu}	$R_w(C;C_{tr})$	I_{co}	$L_{nw}(C_l)$
FS9/FS10- Fonofive	+4	56(-1;-8)	+4	57(-2)
FS20- Fonofive	+6	59(-2;-9)	-3	64(-2)

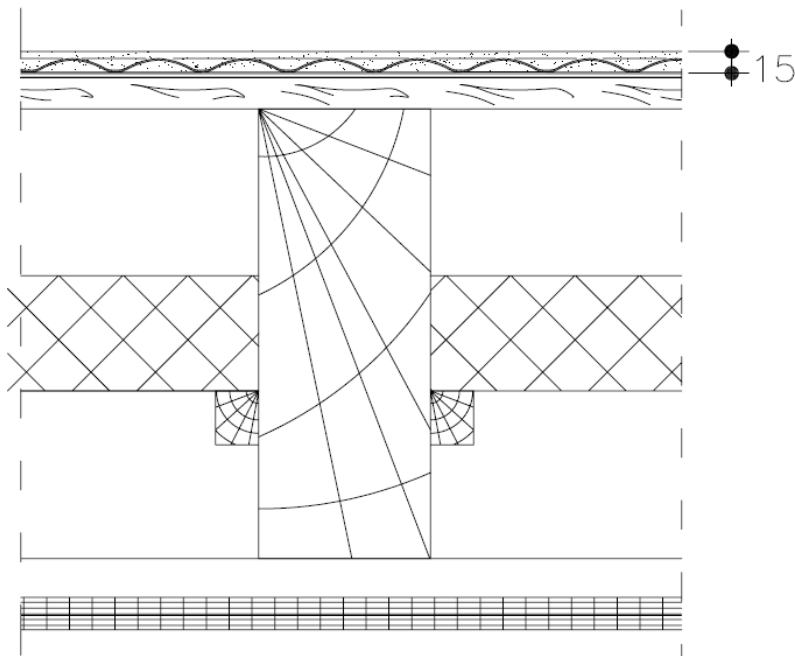
Datum
29 januari 2010

Onze referentie
MON-MEM-033-DTS-2009-
00573a



MAX MK 1

MAX MK1	I_{lu}	$R_w(C;C_{tr})$	I_{co}	$L_{nw}(C_l)$
FS9/FS10- Fonofive	-11	41(-1;-2)	-10	71(-2)
FS20- Fonofive	-6	46(-1;-3)	-18	79(-2)



MAX C1

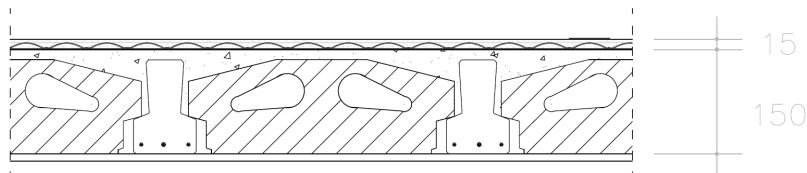
MAX C1	I_{lu}	$R_w(C;C_{tr})$	I_{co}	$L_{nw}(C_l)$
FS9/FS10- Fonofive	+3	55(-1;-8)	-2	63(-2)
FS20- Fonofive	+5	58(-2;-9)	-7	68(-2)

Datum

29 januari 2010

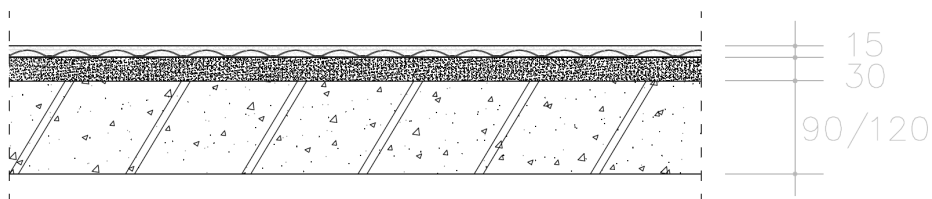
Onze referentie

MON-MEM-033-DTS-2009-
00573a



COMBINATIEVLOER + MAX[®]-4

MAX Combinatievloer	I_{lu}	$R_w(C;C_{tr})$	I_{co}	$L_{nw}(C_I)$
FS9/FS10- Fonofive	-6	48(-2;-3)	-11	68(1)
FS20- Fonofive	-6	47(-1;-5)	-13	71(0)



BETONVLOER + MAX[®]-4

MAX betonvloer 90+30, ca. 290 kg/m ²	I_{lu}	$R_w(C;C_{tr})$	I_{co}	$L_{nw}(C_I)$
FS9/FS10- Fonofive	+4	56(-1;-4)	-5	62(0)
FS20- Fonofive	+1	54(-2;-7)	-7	65(0)
MAX betonvloer 120+30, ca. 340 kg/m ²	I_{lu}	$R_w(C;C_{tr})$	I_{co}	$L_{nw}(C_I)$
FS9/FS10- Fonofive	+6	58(-1;-4)	-2	59(0)
FS20- Fonofive	+3	56(-2;-7)	-4	63(0)