

EMNE: Fuger
FOTO/SKITSE


Støbt fuge, bituminøs

Støbt fuge, kunststof

Mekanisk fuge, gummiprofil

Mekanisk fuge, fingerfuge

BESKRIVELSE

Fuge mellem bro og tilstødende vejbelægning kan være nødvendig afhængig af broens bevægelse. Der anvendes overordnet to typer fuger, støbte fuger og mekaniske fuger, hvor der er mange varianter blandt de to typer.

Støbte fuger støj mindst, da de nemmere kan indbygges i niveau med vejbelægningens overside.

Støbt fuge, bituminøs: Stenskelet udfyldt med fugemasse. Anvendes ved bro længder på op til 60 m, fugevandrings normalt på 50 mm (± 25 mm). Sporkøres nemt ved tung eller svingende trafik.

Støbt fuge, kunststof: Fugeudsparring udfyldt med kunststof og evt. indbygget stålkonstruktion, fugevandring normalt op til 135 mm.

Mekanisk fuge: Stålkonstruktion med eller uden gummi fugeprofil. Kan optage de største fugevandringer.

Støj fra brofuger

Støj fra brofuger er et uønsket problem som skyldes at der ikke er en plan overgang mellem vejbelægning og bro, hen over brofugen. Støjen har karakter af impulser der opstår, når et dæk enten "falder ned" på brofugen eller rammer overgangen mellem brofugen og vejbelægningen. Impulsstøj bidrager ikke nødvendigvis til et højere gennemsnitligt støjniveau, men er mere generende grundet impulserne. Det er forventeligt at genen fra impulserne er størst tæt på brofugen, mens impulsen kan være mindre tydelig længere væk, da anden støj maskerer impulserne. Det er ligeledes forventeligt at impulser vil være tydeligst i aften og natperioden, hvor anden baggrundsstøj er lavere.

Det er vigtigt at problematikken med overgangen hen over brofugen håndteres inden brofugen installeres/når den installeres, frem for at efterfølgende skulle forsøge at udbedre problemerne. Der gøres opmærksom på at brofugen kan skabe støj fra personbiler men ikke i samme grad lastbiler, grundet forskel i dækkenes størrelse.

Der foreligger ikke dokumentation for, hvilke støjniveauer/impulsniveauer der kan forventes fra forskellige typer brofuger, ligesom at der ikke foreligger dokumentation for hvilke krav der skal stilles til overgangen mellem vejbane og bro, hen over brofuger, for at undgå impulser. Impulsstøj fra brofuger vil ikke fremgå af støjkortlægninger,

da impulsstøjen ikke har betydning for det gennemsnitlige støjniveau.

Valg af fugetype styres primært af behovet for optagelse af bevægelser i broen. I broer med små bevægelser vælges støbte fuger og i broer med store bevægelser vælges mekaniske fuger.

Der henvises til nedenstående for nærmere detaljer om projektering:

Afsnit 4.9 i: <http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=projekteringsgrundlag+for+broer&docId=vd-2017-0089-full>

Afsnit 17.3 i: <http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=projektering+af+bitumenbaseret+fugtisolering&docId=vd-2017-0042-full>

Tidligere projekt med dårlig erfaring:

I 2014 fik Gudenåbroerne nye ekspansionsfuger. De oprindelige fuger, som var af typen støbte bituminøse fuger, også kaldet stenfyldte fuger, havde vist sig ikke at kunne opfylde deres formål. Broens bevægelser var for store, hvilket resulterede i, at de stenfyldte fuger revnede og blev utætte. Til erstatning for de stenfyldte fuger blev der indbygget mekaniske fuger med gummiprofil (se billedet ovenfor), som er i stand til at optage væsentligt større bevægelser. Stålskinne, der holder gummiprofilen, blev faststøbt i en speciel kunststofmørtel i en fræset rende på begge sider af fugespalten. Kunststofmørtlen havde en meget kort afbindingstid, hvilket gjorde det muligt at åbne broen for trafik få timer efter at fugen var lagt.

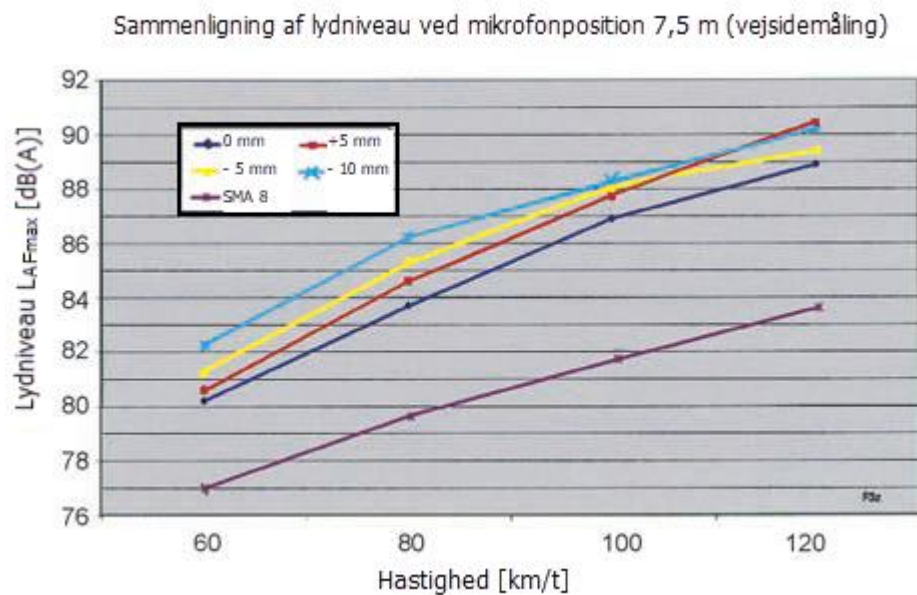
Broerne havde nu fået nye tætte fuger, men det viste sig at de nye mekaniske fuger afgav nogle ret markante kliklyde, hver gang et køretøj kørte hen over fugerne, hvilket var til stor gene for broernes naboer. De oprindelige stenfyldte fuger afgiver til sammenligning ingen støj.

For at afhjælpe problemet blev samtlige fuger målt igennem og det viste sig at der var små niveauforskelle mellem slidlag, kunststofmørtel og stålskinne i fugerne. Disse niveauforskelle blev herefter udjævnet ved en gennemgribende afslibning af samtlige fuger. Afslibningen afhjalp kun delvist problemet. Lastbiler afgav efter slibningen, på grund af den store hjuldiameter, ingen kliklyde ved passage af fugerne. Personbiler med de noget mindre hjul er stadig en udfordring da kliklyden fra dem genereres ved passage af spalten mellem stålprofilerne.

Læren af dette projekt må være, at entreprenøren skal være meget omhyggelig ved indbygningen af de forskellige materialer, der indgår i fugekonstruktionen, så overfladen på kørebanen op mod fugerne bliver glat og jævn som et spejl. Er der tale om en bro hvor der er støjfølsom anvendelse, fx boliger eller rekreative områder, tæt på vejen, skal man erstatte vinkelprofilerne med fingerprofiler.

Tysk projekt med støjsvage fuger

I det tyske projekt "Leiser Straßenverkehr 2" publiceret i 2012, er der undersøgt forskellige rombeformede støjsvage brofuger. Herudover er den støjmæssige betydning af højdeforskellen mellem tilslutningen til brofugen og selve brofugen undersøgt. Her ses at en højdeforskel på blot 5 mm kan have en påvirkning på 0,5-2,5 dB.



Figur 1: Støjniveau afhængig af højdeforskel mellem tilslutningen til brofugen og selve brofugen, afhængt af køretøjets hastighed. SMA 8 (lilla) belægning er indsat som reference. x-akse: hastighed, y-akse: støjniveau målt som kontrolleret vejsidemåling (Coast-By Measurement). Kilde: Oversat version af Leiser Straßenverkehr 2, Figur 4.6.1-34.

Eventuelle spørgsmål kan rettes til Bygværker, Vibeke Wegan, viw@vd.dk eller Henrik Olischer Nielsen hn@vd.dk

PARAMETRE

Effekten af støjrreduktionen	☒ Reduktion for alle	☐ Reduktion ved afskærmning
	Der er ikke tale om egentlig støjrreduktion, men minimering af impulsstøjen. I Danmark er der kun udført målinger af støjen fra Gudenåbroen. Her er der færre og generelt mindre kraftige impulser efter afslibning af overgangen ved brofugen.	
Støjreduktion	☐ Støjreduktionen fremgår af støjkortlægning	☒ Støjreduktionen fremgår <u>ikke</u> af støjkortlægning
	Der foreligger ikke dokumentation for hvilke støjniveauer/impuls niveauer der kan forventes fra forskellige typer brofuger, ligesom der ikke foreligger dokumentation for hvilke krav der skal stilles til overgangen mellem vejbane og bro, hen over brofuger, for at undgå impulser. Dog kan der ses en betydelig påvirkning ved en højdeforskel på blot 5 mm.	
Anlægsteknik	Etablering af støbte fuger kan udføres i løbet af få dage, hvorimod etablering af mekaniske kan vare op til flere uger.	
Drift og vedligehold	Stenfyldte fuger har typisk en levetid på ca. 15 år og skal herefter udskiftes. I den daglige drift er vedligeholdelsesbehovet for de støbte fuger minimal. De mekaniske fuger har en meget lang levetid forudsat de renholdes årligt i form af rensning af fugespalte ved en højtrykspuling, som typisk udføres som natarbejde med afspærring.	
Klima	Hvis der skal beregnes klimapåvirkning (CO ₂ -overslag) for de enkelte løsninger, skal den nye LCA-model, VejLCA anvendes. Da VejLCA stadig er under implementering kan der dog gå et stykke tid før dette er fuldt ud muligt. For en konkret vurdering af muligheden for beregning i VejLCA, kan der tages kontakt til Michael Larsen (MIL) eller Mads Lenschau (MLL) i BMM-BEF..	

ØKONOMI

(ikke udfyldt)

Link liste til uddybende materiale:

- Impulsstøj fra kørsel over renoverede dilatationsfuger på Gudenåbroen. Resultater af før- og eftermålinger; Teknisk notat TC-101239, FORCE Technology (tidligere DELTA), 2018.
- Verbundprojekt „Leiser Straßenverkehr 2“, BAST Straßenbau Heft S 74, 2012.

Ændringslog

Dato	Ændring	Baggrund
	Ny anbefalet løsning for <xx>. Før: Nu:	

Dokumentstyring

Godkendt	Enhed/netværk	Fagtema	Planlagt revision	Dokument nr.	Adgang
UMK	DT-PV????	Projektering og teknik	To år frem		☐ Intern ☒ Ekstern