

A close-up photograph of a concrete joint. The joint is filled with a translucent, yellowish-brown sealant material. The surrounding concrete is grey and textured. The joint is recessed into the concrete surface.

# **FUGEKONSTRUKTION**

**- BETONSTEN OG -FLISER**

dansk  beton

**BELÆGNINGSGRUPPEN**

**Korrekt udførte fuger mellem betonsten og -fliser har vital betydning for betonbelægningens unikke evne til at optage store trafikbelastninger. En utilstrækkelig fugekonstruktion, eller vedligeholdelse, kan ved betonsten og fliser forårsage, at store belastninger giver beskæmmende og ødelæggende kantafskalninger, samt forholdsvis store sætninger og sporkøring.**

## Fugen – det vigtige led mellem betonsten

En mere beskrivende betegnelse for en fuger finder man i den engelske oversættelse „joint“ (samling), der også anvendes som betegnelse for rørsamlinger. En fuger er ikke kun et „melletrum“ der skal fyldes ud. En fuger skal tætte, overføre kræfter, sikre mod punktbelastninger/betonkontakt og optage formvariationer.

### Fugeknaster

De fleste betonsten og -fliser støbes med fugeknaster der er ca. 1,5 mm høje. Disse er udviklet for at det er muligt at transportere stenene med en maskinnedlægger, uden at tabe enkelte sten. Fugeknasterne sikrer ikke, at der opnås en korrekt fugebredde (2–5 mm), og stenene må således ikke lægges så der er direkte kontakt mellem sten og fugeknaster. Overholdes dette ikke vil det give problemer med at fylde fugerne, mindske kraftoverførslen mellem stenene og give problemer med at holde flugterne. En fuger mellem betonsten og fliser har mange funktioner. I det følgende gennemgås de vigtigste.

### Overfører belastninger

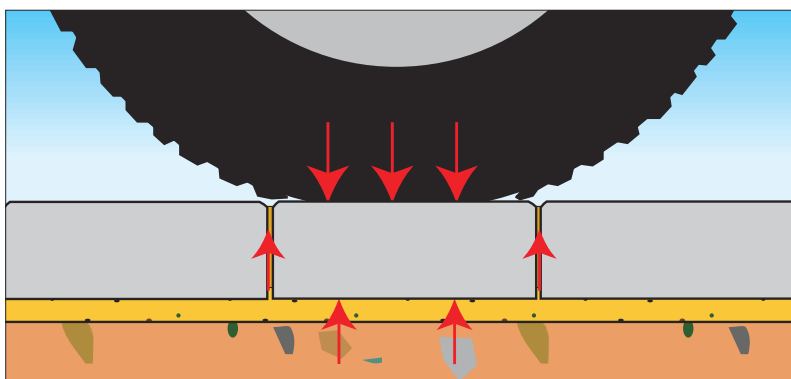
En korrekt udført fuger sikrer, at dele af belastningen på en betonsten overføres til de omkringliggende sten.

Denne lastoverføring er medvirkende til, at pladser og veje med betonsten kan optage meget store

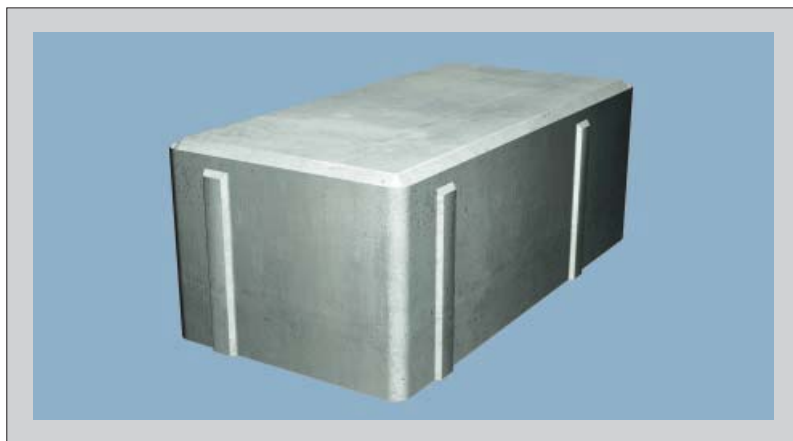
trafik- og punktbelastninger. Målinger har vist, at trykket på afretningslaget under en belastet betonsten kun er 1/2 – 2/3 af den last, som hviler på selve stenen. Dette forudsætter en korrekt udført fuger hvor der ikke er betonkontakt. Et andet mål for den mulige lastoverføring igennem fugerne kan bestemmes ved at måle den kraft, der skal til for at trække (centrisk træk) en sten op fra et udlagt felt med betonsten.

### Forhindrer kantafskalning

På pladser og veje med tung trafik eller store punktbelastninger er det vigtigt, at belægningen er udført med korrekte fuger, da den ellers ikke kan optage belastningerne. Hvis stenene fejlagtigt ligger helt tæt (knasfuge) kan der opstå kantafskalninger i toppen og i bunden. Fugerne skal kunne optage de små ikke synlige sætninger og sporkø-



*Belastningen på en sten overføres både til de omkringliggende sten og direkte til afretningslaget, forudsat en korrekt udført og vedligeholdt fuger.*



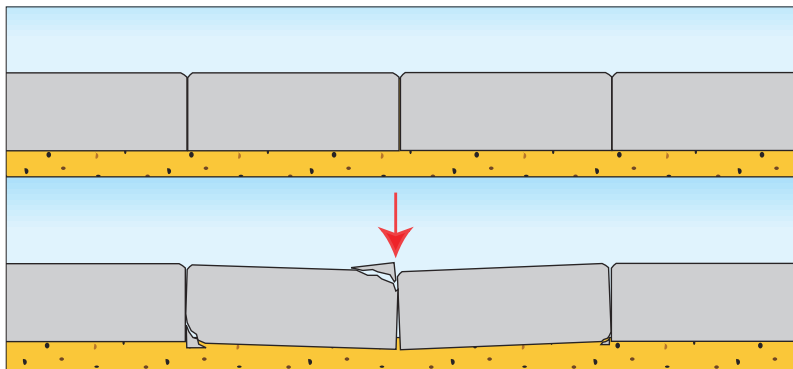
*Betonsten og fliser har normalt ca. 1,5 mm fugeknaster. Fugeknasteren er udviklet for at muliggøre transport ved maskinlægning og har ingen funktion med hensyn til at opnå den rette fugebredde.*

ring, der uvilkaarligt vil komme med tiden på en belægning. Sætningerne kan skyldes små variationer i komprimeringen og i tykkelsen af bærelaget og afretningslaget.

Hvis stenene ligger helt tæt vil en lille lokal sætning medføre, at nogle af stenenes kanter støder mod hinanden – og det er da disse kanter, der skal optage stort set hele belastningen.

Når en belægning påvirkes af et hjul på et tungt køretøj, vil overfladen få en elastisk nedbøjning på op til 2 mm. Denne bevægelse skal også kunne optages i fugerne uden, at der opstår kantafskalning.

Horisontale laster fra eksempelvis



Betonsten eller -fliser, der er udlagt helt tæt (knasfuge) kan ikke bevæge sig vertikalt uden at nogle af kanterne støder mod hinanden og eventuelt knuses.

bremsende køretøjer kan også give kantafskalninger hvis stenene ligger helt tæt.

## Tætner belægningen

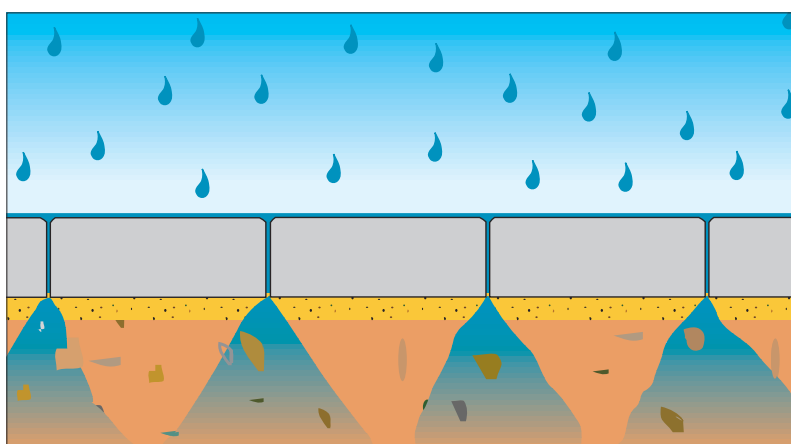
Store mængder af regnvand kan passere ned gennem fuger, som ikke er fyldt med et egnet fugemateriale. Det kan give tre problemer:

- ◆ Hvis bærelaget opblødes, mister det en del af sin bæreevne, og der er dermed risiko for sætninger i belægningen.
- ◆ Hvis afretnings- og bærelaget er vandmættet kan trafikken forårsage, at der pumpes grus op af fugerne. Det giver sætninger på sigt.
- ◆ Når der trænger meget vand ned i befæstelsen, øges risikoen for at der dannes islinser og dermed frosthævninger.

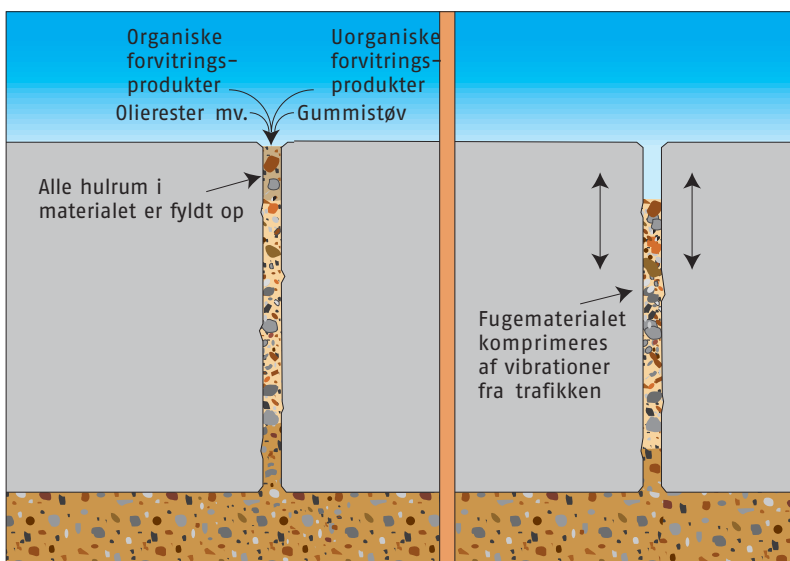
Fugen vil lige efter fugefyldningen ikke være helt vandtæt. Organiske og uorganiske forvitningsprodukter, gummistøv, olierester med mere, vil med tiden fylde alle hulrum ud i fugematerialet og øge fugens tæthed. Dette kan kaldes en „naturlig forsegling“.

På trafikbelastede belægninger vil vibrationerne fra trafikken og lastoverføringen gennem fugematerialet betyde, at fugematerialet komprimeres og opnår stor tæthed i løbet af kort tid. Forskellige målinger viser, at der er stor forskel på hvor tætte fuger er.

Tætheden afhænger blandt andet af fugemateriale, alder, vedligeholdelse, anvendelse af befæstelsen mv. De mængder vand der trænger ned igennem korrekt udførte fuger på belægninger med korrekt fald er meget små, og erfaringerne viser, at det ikke giver anledning til problemer.



Er fugerne ikke fyldt tilstrækkeligt og/eller anvendes der ikke korrekt fugemateriale, kan store dele af regnvandet løbe ned gennem fugerne og opbløde bærelaget, som derved mister en stor del af bæreevnen.



En forudsætning for en tæt belægning er, at fugen er fyldt og velkomprimeret. Organiske og uorganiske forvitningsprodukter, gummistøv, olierester med mere, vil med tiden fylde alle hulrum i det øverste fugemateriale og øge fugens tæthed, samt give en god sammenhæng i fugematerialet. Fugens tæthed øges endvidere ved komprimering med vibrator ved udlægningen og vibrationer fra trafikken. Trafikkens vibrationer bevirker, at det ofte er nødvendigt at efterfylde fugerne i de første måneder efter udlægningen.

## Bundne fugematerialer

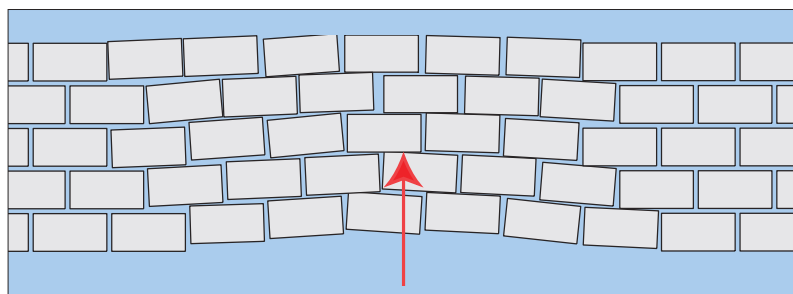
Det kan være ønskeligt at forsegle fugen med et bundet fugemateriale på pladser og veje, hvor specielt kraftige feje/suge- eller flyvemaskiner opererer, eller hvor man ønsker en fuldstændig tæt belægning.

Der findes forskellige former for bundne fugematerialer, f.eks. trasskalkmørtel, voksholdig sand, polymerholdig sand, cementbundet sand og lignende. De giver en stor tæthed og sammenhæng i fugematerialet. Fælles for dem er dog imidlertid, at de er forholdsvis stive modsat afretningslag, bærelag og underbund, der normalt er elastiske. Resultatet er derfor ofte, at fugematerialet med tiden krakelerer, eller at stenene beskadiges, når det benyttes på arealer med tung trafik. Brugen må derfor normalt frarådes på sådanne steder.

En øget holdbarhed af sådanne fuger opnås hvis afretningslag og bærelag også er forholdsvis stive (f.eks. cementbundne).

## Sikrer mønsteret

Fyldte fuger holder belægningen på plads. Hvis fugerne ikke er fyldte, er belægningen sårbar overfor horisontale forskydninger. Det kan hovedsageligt forekomme på ste-



*Manglende eller forkert fugemateriale kan forårsage, at bremsende, accelererende og svingende trafik giver vandrette forskydninger i belægningen og kantafskalninger.*

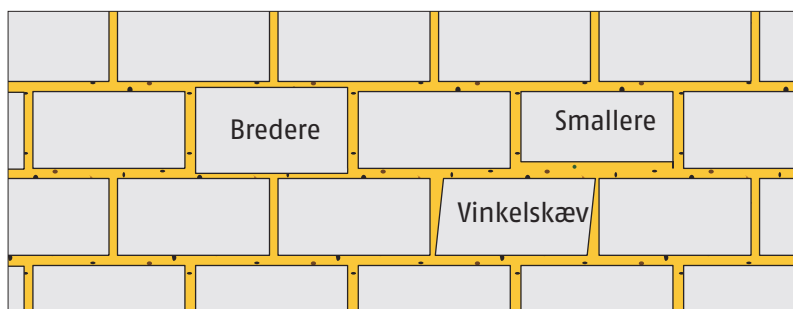
der, hvor køretøjer bremses op, accelererer eller drejer.

## Optager formvariationer

Ved lægning af granitbrosten skal der på grund af brostens store formvariation arbejdes med fuger på op til 15 mm. Fugerne opstår stort set helt automatisk ved læg-

ningen. Betonsten og -fliser er modsat meget præcise i mål, og fugebredden kan derfor reduceres til 2-5 mm. Denne fugebredde er blandt andet nødvendig for at kompensere for de små variationer, der opstår i emnernes form under fremstillingen.

Fuger optager også de udvidelser af belægningen, der sker på grund af varme.



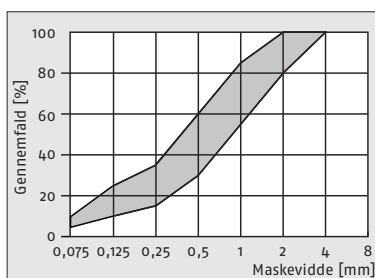
*Fugen optager små variationer i stenenes form. På figuren er diverse, normalt ikke synlige formvariationer, vist overdrevet.*

## Korrekt fuge

En korrekt fuge er 2-5 mm bred og er fyldt med 0-4 mm fugegrus med 5-10 % finstof, i henhold til „Forebyg ukrudt i fuger“ (Belægningsfraktionen, DBI).

Fugegrus fejes ned i fugerne. For at få en effektiv fyldning er det vigtigt, at det er helt tørt fugegrus. Belægningen fejes helt ren.

Der køres med en pladevibrator én gang på tværs, hvor efter der efterfyldes med fugegrus, og én gang på langs, hvor efter der efterfyldes med fugegrus om nødvendigt. Der køres med 50 % overlap mellem de enkelte baner. Fugegruset må aldrig henligge på belægningen, da det giver risiko for afsmitninger.



*Kornkurve for fugegrus, jf. „Forebyg ukrudt i fuger“ (Belægningsfraktionen, DBI).*

## Medlemmer af Belægningsgruppen

Kig ind på [www.betonsten.dk](http://www.betonsten.dk), for at få en samlet oversigt over Belægningsgruppens medlemmer.