

# BETONBELÆGNINGER

- udførelse af befæstelser med belægningssten, fliser og kantsten

Praktisk håndbog



Belægningsfraktionen, Dansk Beton Industrieforening

2005

Udgivet af:

Belægningsfraktionen, Dansk Beton Industriforening

1. udgave, 1. oplag 10.000 stk. 2002.

1. rev. udgave, 1. oplag 3000 stk. 2005.

Gengivelse af bogen eller dele af bogen er kun tilladt med tydelig angivelse af kilde.

Udførlig information om anvendelse, udførelse og vedligeholdelse af betonbelægninger fås i håndbogen „Betonbelægninger - anvendelse, udførelse og vedligeholdelse af befæstelser med belægningssten, fliser og kantsten“, som er udgivet af Belægningsfraktionen i 2001.

# Forord

Denne håndbog henvender sig til dem der arbejder med lægning af betonbelægningssten, fliser og kantsten.

Formålet er, at man ved hjælp af denne håndbog skal kunne udføre holdbare befæstelser og undgå skader og fejl på belægningen. Det anbefales dog altid at søge kompetent rådgivning indenfor området.

Enkelte normer og anvisninger er ved redaktionsafslutning ikke udgivet endnu og er derfor i princippet ikke gældende, men forventes offentliggjort i indeværende år.

Det er Belægningsfraktionens håb, at håndbogen vil blive brugt af byggeriets parter.

Denne håndbog er også tilgængelig på fraktionens hjemmeside, [www.betonsten.dk](http://www.betonsten.dk), hvor der også findes forskelligt andet materiale, som fraktionen har udarbejdet.

2/1-05

Belægningsfraktionen, Dansk Beton Industriforening



# Indhold

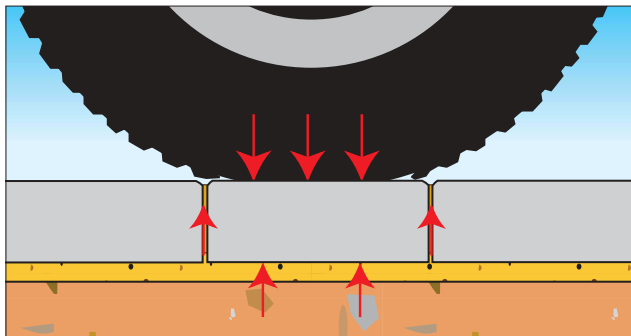
Belægningens virkemåde .....	5
Opbygning .....	6
Afvanding .....	7
Stentyper .....	8
Læggemønstre .....	9
Dimensionering .....	10
Afretningsslag .....	12
Fuger .....	13
Arbejdsgang .....	14
Vibrering .....	16
Lægning af sten .....	17
Kantsikring .....	19
Tilpasning .....	20
Kontrolplan .....	21
Maskinlægning/specialværktøjer .....	23
Drift og vedligeholdelse .....	25
Litteratur .....	27

# Belægningens virkemåde

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

Denne lastoverføring er medvirkende til, at pladser og veje med belægningssten kan optage meget store trafik- og punktbelastninger.

Målinger har vist, at trykket på afretningslaget under en belastet belægningssten kun er  $1/2 - 2/3$  af den last, som hviler på selve stenen. Det forudsætter en korrekt udført fuge uden betonkontakt.



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

# Opbygning

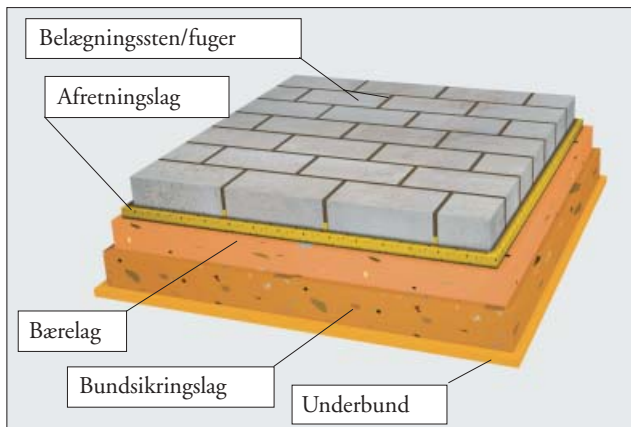
For at opnå en tilfredsstillende levetid af en befæstelse skal den være dimensioneret korrekt. Befæstelser med trafikbelastning dimensioneres normalt i henhold til „Vejregel for dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger“.

Alle de forskellige lag, der indgår i opbygningen af befæstelsen, bør opfylde kravene i vejreglernes udbuds- og anlægsforskrifter. Det gælder såvel underbund, bundsikring og bærelag.

Derudover angiver „Norm for sand-, grus- og stenmaterialer, DS 401“ diverse krav til materialerne.

I „Normer for anlægsgartnerarbejde“ findes også oplysninger om opbygning og dimensionering af befæstelser.

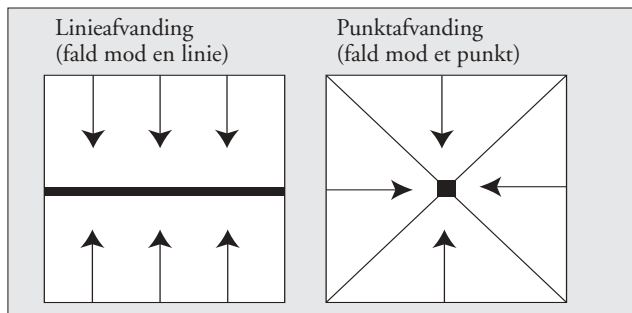
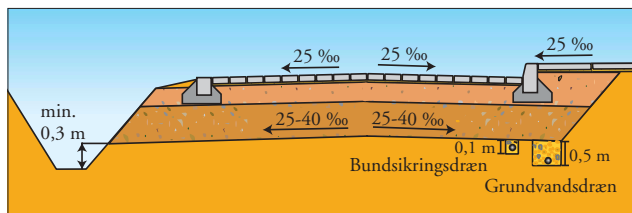
Benævnelserne for de forskellige lag i vejen fremgår af nedenstående figur.



# Afvanding

Der skal benyttes et tværfald på 25 ‰ for fortove og veje, og 20 ‰ for gangarealer i parker og haver, jf. „DS 1136“. På pladser skal der tilstræbes et fald på ca. 20 ‰. Det er normalt tilstrækkeligt til, at der ikke samles vand på overfladen, også hvis der opstår mindre lunger og sporkøring.

På pladser giver det ofte det bedste resultat, når der vælges linieafvanding fremfor punktafvanding.



*Grundlæggende er der 2 muligheder for afvanding på pladser, linieafvanding og punktafvanding. Linieafvanding giver oftest det bedste resultat.*

# Stentyper

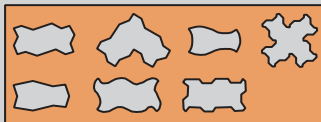
Belægningssten defineres i vejreglen for dimensionering som følger:

Længde/tykkelse  $\leq 4$

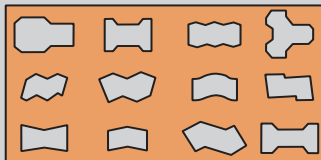
Arealet af stenen  $\leq 1 \text{ m}^2$

Med dimensioner udover dette er der tale om fliser – og de i afsnittet „Dimensionering“ viste opbygninger er ikke gældende. Man skal dog være opmærksom på, at f.eks. en 40 x 40 cm flise i 10 cm tykkelse er dækket af definitionen for belægningssten. Der eksisterer mange forskellige udformninger af belægningssten, men i vejreglen for dimensionering skelnes mellem følgende tre hovedtyper: A, B, C.

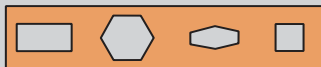
**Type A:** Fortandede sten, der griber ind i hinanden og derved modvirker bevægelser mellem stenene i såvel tværsom længdeaksen.



**Type B:** Fortandede sten, der griber ind i hinanden og derved modvirker bevægelser mellem stenene i én retning.



**Type C:** Sten der ikke har nogen låseeffekt via deres udformning.

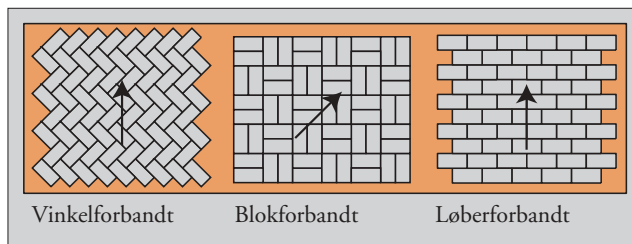


*Belægningssten kan deles ind i tre hovedtyper, afhængig af hvor god sammenlåsning der er imellem dem.*

# Læggemønstre

Med hensyn til læggemønstre eksisterer der grundlæggende tre hovedtyper: Vinkelforbandt, blokforbandt og løberforbandt. For de stentyper, der kan lægges i flere forskellige mønstre (eksempelvis rektangulære sten), som vinkel-, blok- og løberforbandt, bør man vælge vinkelforbandt, da det er det mest effektive for disse stentyper. Med effektiv, menes der det læggemønster der er bedst til at modstå blandt andet sporkøring. Udover evnen til at modstå sporkøring, har læggemønsteret en væsentlig indflydelse på belægningens evne til at modstå de horisontale påvirkninger.

Når vinkelforbandtet trafikkeres vinkelret på den i figuren viste optimale retning, kaldes det for sildebensmønster.



*Vinkelforbandtet er alt andet lige det mest effektive til at modstå trafikens påvirkninger (specielt horisontale kræfter fra bremsende, accelererende og svingende trafik). Derefter kommer blokforbandtet og til sidst løberforbandtet. Pilen angiver den optimale kørselsretning.*

# Dimensionering

I nedenstående tabel er der angivet standardbefæstelser for arealer med trafikbelastning, på frosttvivlsom underbund (f.eks. moræneler og ler). Befæstelserne er uddrag fra en revideret udgave af „Vejregel for dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger“. En foreløbig udgave af vejreglen er offentligtgjort på hjemmesiden [www.vejregler.dk](http://www.vejregler.dk). I håndbogen „Betonbelægninger,“ er der en komplet oversigt over opbygningerne i vejreglen.

Opbygningerne gælder kun for akseltryk  $\leq 10$  ton.

Ved parkeringsdæk, industripladser med akseltryk over 10 ton, busstoppesteder og lignende steder med specielle påvirkninger eller opbygninger bør der søges kompetent rådgivning.

	Lastbiler pr. døgn i begge retninger tilsammen				
	< 1	1-75	75-150	150-600	600-1400
Belægningssten og stabilt grus					
10 års trafik	60 BBS	80 BBS	80 BBS	80 BBS	90 BBS
	30 AL	30 AL	30 AL	30 AL	30 AL
	120 SG	190 SG	240 SG	290 SG	330 SG
	190 BL	200 BL	250 BL	300 BL	250 BL
Anbefalet stentype					
	A, B, C	A, B, C	A, B	A	A

*Standardbefæstelser med belægningssten på frosttvivlsom underbund. Uddrag fra „Vejregel for dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger“. Mål i mm.*

*BBS: Betonbelægningssten, AL: Afretningslag, SG: Stabilt grus, BL: Bundsikringslag.*

For arealer uden trafikbelastning kan der benyttes opbygninger som anvist i „Normer for Anlægsgartnerarbejde“, se tabellen. Ved god underbund er det ikke nødvendigt med bundsikring.

Underbund	Frostsikker	Frosttvivlsom	Frostfarlig
Sten-/flisetykkelse	50	50	50
Afretningslag	30	30	30
Stabilt grus	120	120	120
Bundsikringslag	—	150	150

*Opbygning af befæstelser uden trafikbelastning. Fra „Normer for anlægsgartnerarbejde“. Mål i mm.*

*Frostsikker: Sand og grus*

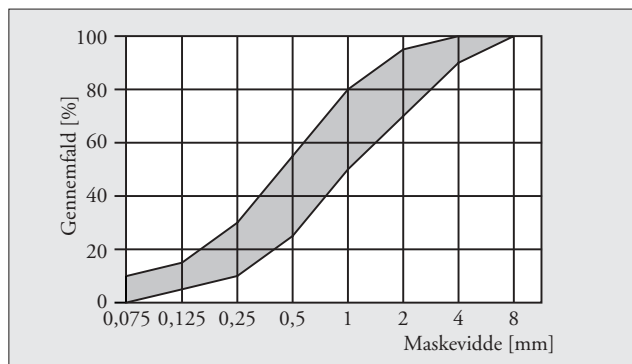
*Frosttvivlsom: Moræneler og ler*

*Frostfarlig: Silt og meget siltholdige jordarter*

# Afretningslag

Afretningslaget skal have en færdig tykkelse på  $30 \pm 10$  mm. Mindstetykkelsen på 20 mm er nødvendig for, at kunne udligne de små ujævnheder der er i bærelaget og de højdeforskelle, der kan være på stenene.

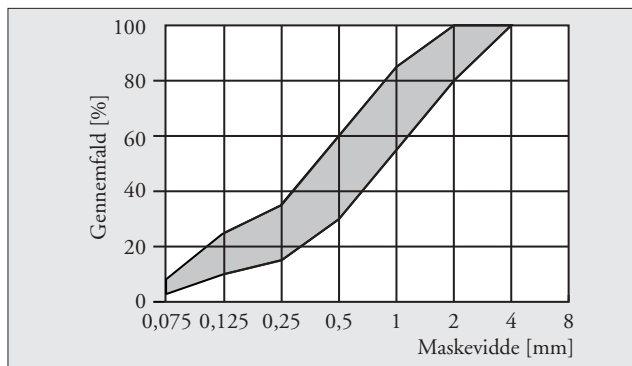
Maksimaltykkelsen på 40 mm er nødvendig, for at minimere sporkøringen. Forsøg viser, at sporkøringen forøges væsentligt når tykkelsen af afretningslaget øges. Jævnhedskravet til belægningsstenoverfladen er 10 mm målt fra en 3 meter retskinne. Da afretningslagets tykkelse er begrænset, medfører det, at overfladen af bærelaget også bør opfylde dette krav, da der ikke er mulighed for at udligne større ujævnheder. Det er vigtigt at undgå store variationer i tykkelsen af afretningslaget, da det kan give væsentlige ujævnheder/lunker i den færdige belægning. Afretningslaget skal ikke komprimeres før stenen lægges.



*Der benyttes afretningsgrus, jævnfør DS 401.*

# Fuger

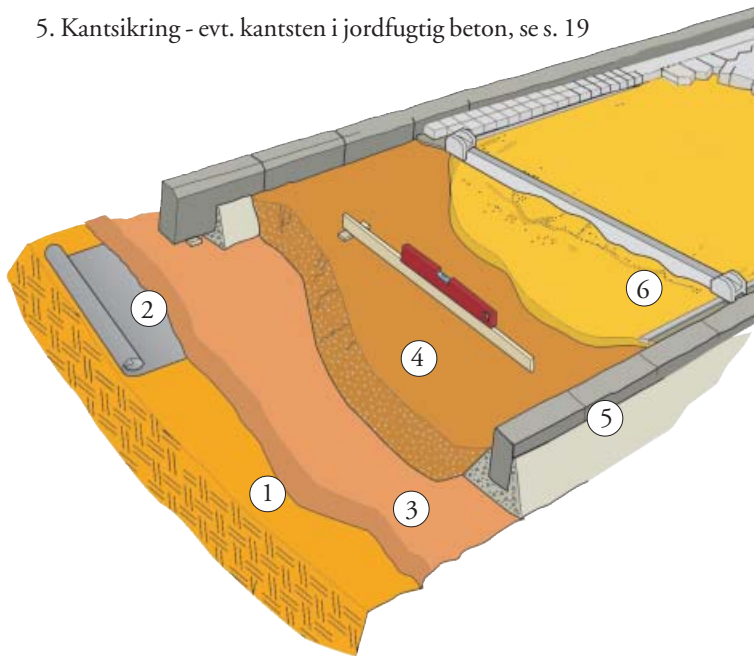
Fugerne skal være 2-5 mm brede. Den nederste grænse sikrer, at fugesandet kan komme ned i fugen og hindrer betonkontakt og dermed kantafskalning, mens den øverste grænse sikrer, at der er en tilstrækkelig støtte og kraftoverførsel mellem stenene. Fugematerialet sikrer endvidere en stor tæthed af belægningen. Fugen er desuden nødvendig for at udligne de små tolerancer stenene produceres og lægges med. Der skal altid benyttes helt tørt fugesand, fordi sandet ellers danner „bro“ mellem stenene. På specielt lyse og farvede betonbelægninger, kan fugesand, afretningsand mv. med indhold af fine partikler som ler, okker og lignende give afsmitninger. Man bør derfor være omhyggelig med renholdelse af belægningen under, og nogle måneder efter, udførelsen. Belægningen skal renfejes efter fugning. Forkert fugekonstruktion eller manglende vedligeholdelse kan begrænse belægningens levetid væsentligt.

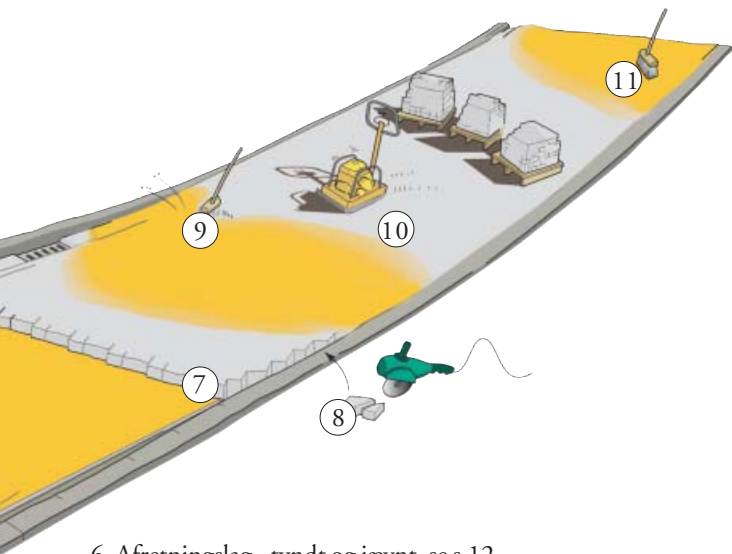


*Der skal benyttes en fugesand i henhold til „BIPS 110“.*

# Arbejdsgang

1. Underbund - jævn og med fald
2. Eventuelt geotekstil - ved grovkornet underlag. se s. 16
3. Bundsikringslag - ved risiko for frosthævninger, se s. 10
4. Bærelag - jævnt og med fald se s. 7 og 10
5. Kantsikring - evt. kantsten i jordfugtig beton, se s. 19





6. Afretningslag - tyndt og jævnt, se s.12

7. Fliser og sten - lægges med korrekt fugebredde, se s.17

8. Tilpasninger - sten og fliser skæres eller klippes, se s. 20

9. Fugefyldning - anvend korrekt tørt fugesand, se s. 13

10. Vibrering - renfejning og vibrering, se s. 16

11. Vedligehold - efterfyldning af fuger, se s. 25.

# Vibrering

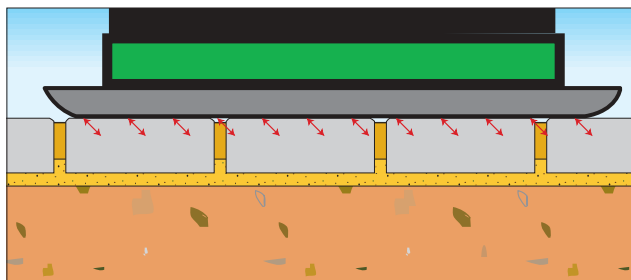
For at opnå en optimal belægning skal man sikre sig, at vibreringen af stenen sker med det rigtige udstyr. Der bør altid benyttes en kunststofplade under vibratoren.

Ved vibreringen presses lidt sand fra afretningslaget op i fugerne. Afhængig af sandtype og vibrering fyldes fugerne 5-20 mm op nedefra. Det må derfor frarådes at benytte geotekstiler direkte under belægningsstenene.

Der bør benyttes en forholdsvis tung pladevibrator (200-500 kg),



da det derved undgås, at vibratoren „hopper“ på stenene. Der køres én gang på langs og én gang på tværs med 50 % overlæg. Der efterfyldes med tørt fugesand og renfejes mellem hver overkørsel.



*Ved vibreringen trænger en del af afretningslaget op i fugerne.*

# Lægning af sten

Ved lægning af stenene skal det sikres, at fugebredden er 2-5 mm, jf. „Udbuds- og anlægsskriterier for brolægning“, hvilket eliminerer betonkontakt mellem stenene. Risikoen for kantafskalninger er således elimineret ved, at belægningen kan optage små bevægelser. Yderligere er det muligt for den udførende at holde flugterne ved lægningen, og det er praktisk muligt at feje fugesand med en kornstørrelse 0-4 mm ned i fugerne. Inden fugerne fyldes, kontrolleres det om fugeflugterne fremtræder tilfredsstillende.

Efter lægningen skal det kontrolleres, at overfladen har det rette fald mht. afvanding, og om længdeprofilen svarer til det projekterede. Stenene skal lægges med 15 - 25 mm overhøjde når afretningslaget ikke er komprimeret, hvis de efter komprimeringen skal have en overhøjde på 5-10 mm ved brønddæksler og lignende.

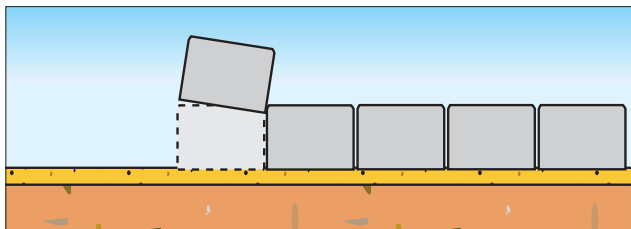
Overfladejævnheden kontrolleres ved nedstik fra en 3 meter retskinne, og må maksimalt være 10 mm. Der måles i længderetningen, mellem 2 understøtningspunkter.

Da afretningslagets tykkelse er begrænset, medfører det, at overfladen af bærelaget også bør opfylde dette krav, da der ikke er mulighed for at udligne større ujævnheder. Opfylder overfladen af bærelaget ikke dette krav, skal der ændres på bærelaget - der må ikke benyttes tykkere afretningslag. Se endvidere „DS 1136“.

Lægningen kan foregå ved håndnedlægning eller maskinnedlægning/manuelt betjent nedlægningsudstyr. Lægnings-hastigheden er afhængig af læggemetoden.

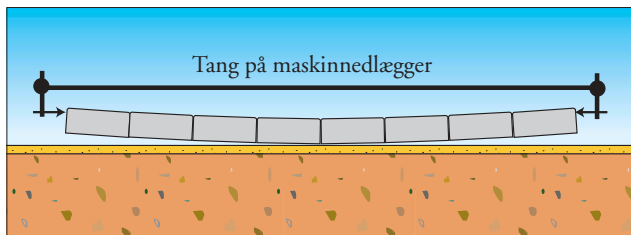
## Håndnedlægning

Når den enkelte sten placeres, kan den udførende, for at få den anbefalede fugebredde på 2-5 mm, for eksempel lade stenen glide lidt skråt på de netop lagte sten.



## Maskinnedlægning

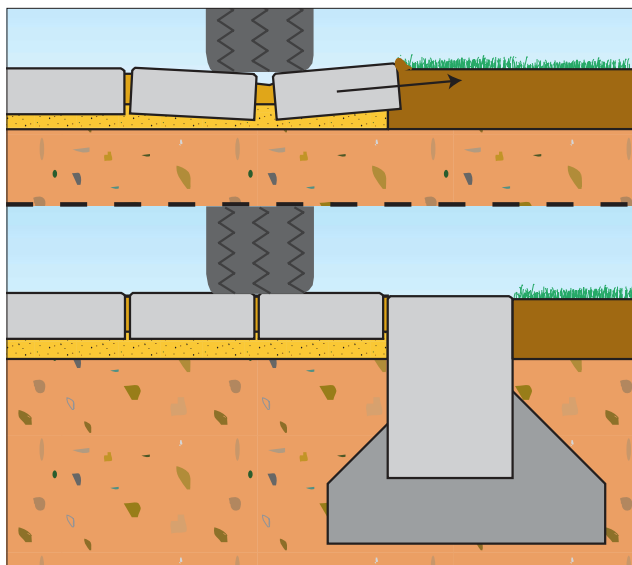
Belægningsstenene kan gribes for oven med maskinnedlæggerens tang således, at stenene hænger lidt nedad og der opstår små sprækker mellem stenene på undersiden. Idet stenene sænkes ned på afretningslaget presses lidt sand op i sprækken mellem stenene. Sandet sikrer, at der er passende fuger mellem stenene (2-5 mm), og at de dermed ikke forskubbes ved kørsel med maskinnedlæggeren oven på de allerede udlagte sten. Fugerne bør dog fyldes helt, efterhånden som arbejdet skrider frem.



# Kantsikring

En forudsætning for at befæstelser med belægningssten har en lang levetid er, at der etableres en kantsikring. Kantsikringens opgave er at holde sammen på befæstelsen, således at trafikken ikke skubber stenene fra hinanden, og befæstelsens bæreevne derved reduceres.

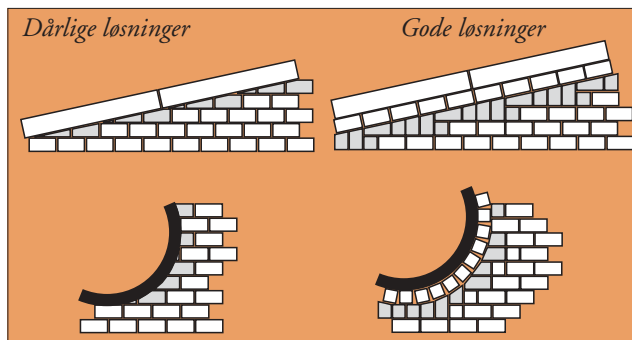
Selv om belægningen afsluttes med en speciel randsten der griber ind i den øvrige belægning, er det stadig nødvendigt at etablere kantsikring.



# Tilpasning

Skære- og tilpasningsarbejdet kan minimeres, hvis hoveddimensionerne for et byggeri og tilhørende færdselsarealer projekteres på modulmål, så eksempelvis afstanden mellem kantstenene på en vej svarer til et helt antal sten. Udover at tilpasningsarbejdet minimeres, højnes det æstetiske indtryk også når belægningen ikke skæmmes af for mange tilpassede sten. Skal belægningen lægges på modulmål, vil det normalt skærpe tolerancekravet til stenene.

Hvis det er nødvendigt at benytte passten ved at skære eller klippe hele sten, skal de tilpassede sten være større end 30 % af en hel sten. Tilpassede sten mod jord skal min. være 50 % af en hel sten, jf. „Udbuds- og anlægsforskrifter for brolægning“. Desuden bør man undgå spidse passten. For at opfylde disse krav kan det være nødvendigt, at ændre forbandtet eller læggemønsteret i nærheden af tilslutningen eller kanten. I figuren er der vist eksempler på såvel gode som dårlige løsninger.



# Kontrolplan

I følgende skema er opstillet et forslag til kontrolplan. Planen tager udgangspunkt i „Udbuds- og anlægsforeskrifter for broslægning“, men planen er lavet specifikt for betonbelægninger og visse punkter er tilføjet og nogle er ændret.

<b>KONTROLPLAN, trafikbelastede betonbelægningssten</b>				
Emne	Kontrolmetode	Kontrolomfang	Prøvningsfrekvens/tidspunkt	Acceptkriterium
Bærelag				
Jævnhed	Måling	(omfang)	Før udlægning af afretningslag	Maks. $\pm$ 10 mm (s. 79)
Sten/fliser				
Type/farve mv.	Visuel	100 %	Før/ved levering	SAB
Mærkning	Modtagekontrol	100 %	Efter levering	jf. BVK/Dancert "DS/EN 1338"
Frostbestandighed	Modtagekontrol	100 %	Ved levering	"DS/EN 1338", kl. 3. (s. 50)
Jernudfældning	Visuel/måling	100 %	Aflevering/mangeleftersyn	SAB
Afretningslag				
Kornkurve	Sigteanalyse jf. DS405.9	1 prøve	pr. påbegyndt 25 m <sup>3</sup>	"DS 401" (s. 85)
Renhed/knusning	Visuel	100 %	pr. leverance	"DS 401"
Tykkelse	Måling	(omfang)	Færdig kontrolafsnit	30 mm $\pm$ 10 mm (s. 83)

*fortsættes...*

Emne	Kontrolmetode	Kontrolomfang	Prøvningsfrekvens/tidspunkt	Acceptkriterium
<b>Fugesand</b>				
Kornkurve	Sigteanalyse jf. DS 405.9	1 prøve	pr. leverance	"BIPS 110" (s. 90)
Renhed/knusning	Visuel	100 %	pr. leverance	"DS 401" (som for afretning), samt s. 36
<b>Belægningsstenslag</b>				
Højde	Måling	(omfang)	Færdig kontrolafsnit	Maks. ±10 mm i terræn. Min. + 5 mm ved brønde mv. (s. 86)
Flugter	Visuel	100 %	Færdig kontrolafsnit	Lige flugter
Jævnhed	Måling	(omfang)	Færdig kontrolafsnit	Maks. 10 mm nedstik (s. 86)
Mønster	Visuel	100 %	Færdig kontrolafsnit	Ingen fejl i læggemønsteret
Fugebredde	Visuel/måling	1 prøve	pr. 200 m <sup>2</sup>	90 % 2-5 mm. Ingen under 1,5 mm eller over 6 mm. (s. 94)
Fugefyldning	Visuel	100 %	Færdig kontrolafsnit, og efter 2, 4 og 6 mdr.	Helt fyldt
Tilpasninger	Visuel	100 %	Færdig kontrolafsnit	Min. 30/50% af hel sten. (s. 89)

*Forslag til kontrolplan.*

*BVK: Betonvarekontrollen, SAB: „Udbuds- og anlægsfreskrifter for brolægning - Særlig arbejdsbeskrivelse. 1998“. Sidehenvisninger er til håndbogen „Betonbelægnings“.*

# Maskinlægning/specialværktøjer

Vælger man maskinnedlægning skal man være opmærksom på, at stenene skal bestilles til maskinnedlægning. Ikke alle sten kan maskinnedlægges. Det er hovedsageligt ved store pladser og veje, at det kan betale sig at benytte maskinnedlægning.

Ved maskinlægning er det ikke muligt at opnå samme ensartethed i fugebredden som ved håndnedlægning.



*Maskinnedlægning af belægningssten - hurtigt og effektivt.*

Der findes mange forskellige specialværktøjer til eksempelvis klipning eller optagning af sten.



*Belægningssten og fliser kan enten skæres eller klippes når de skal tilpasses.*



*Der findes forskelligt specialværktøj til belægningsstensarbejde, bl.a. til optagning af sten.*

# Drift og vedligeholdelse

Det er vigtigt, at fugerne altid er helt fyldte med velgraderet sand. På pladser, hvor der ved rengøringen anvendes feje-/sugemaskiner, skal det kontrolleres, at maskinen ikke suger fugematerialet op. Specielt i det første år bør der køres med begrænset sug og tryk på børsterne. Det skal jævnligt kontrolleres, at fugematerialet ikke fjernes. Derefter er fugerne som regel rimeligt forsejlet og kan klare et større sug fra feje-/sugemaskinerne.



Som med renholdelse er det også ved ukrudtsbekæmpelse bedre at forebygge end „helbrede“. Der er flere tiltag der kan begrænse problemet:

- ◆ Der bør laves en god afgrænsning op til beplantning.
- ◆ Fyldte og velkomprimerede fuger forringer ukrudtets muligheder for at etablere sig fordi:
  - det er sværere for ukrudtsfrø at lægge sig i fugen
  - ukrudtet ikke kan vokse uforstyrret mellem stenene
  - der er god afvanding og dermed forholdsvis tørre fuger
- ◆ Ved at feje belægningen ofte, stresses ukrudtet. Der hvor der er slid/trafik kommer der ikke ukrudt.
- ◆ Det ukrudt der kommer skal bekæmpes så ofte som muligt, så det ikke udvikler sig og spreder flere frø.
- ◆ Undgå at „forurene“ fugerne med muld og andet jord med ukrudtsfrø i under anlæg og drift.

Ældre helt fyldte fuger har stor resistens over for ukrudt. Den naturlige forsegling af fugerne giver en tæt og forholdsvis hård overflade i fugerne, hvilket gør det vanskeligt for ukrudtsfrø at spire.



*Gamle fyldte fuger er modstandsdygtige overfor ukrudt, hvorimod ikke-fyldte fuger giver gode vækstbetingelser for ukrudtet.*

# Litteratur

## **Betonbelægninger**

- anvendelse, udførelse og vedligeholdelse af befæstelser med belægningssten, fliser og kantsten. Belægningsfraktionen 2001.

## **BIPS 110**

B110. Beskrivelsesanvisning - Landskab, befæstelser. BIPS 2005.

## **DS 401**

Dansk Ingeniørforenings norm for sand- grus- og stenmaterialer. 1984.

## **DS 1136**

Brolægning og belægningsarbejder. 1994.

## **Normer for anlægsgartnerarbejde**

Landsforeningen Danske Anlægsgartnermestre . 1993.

## **Udbuds- og anlægfsforskrifter. Brolægning**

Vejdirektoratet. Marts 1998.

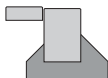
## **Vejregel for dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger**

Konstruktion og vedligehold af veje og stier. Hæfte 3.3. Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger. Vejregelforslag. Vejdirektoratet. September 2003.

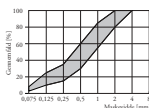
# Husk!



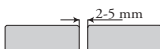
Hældning på bærelag,  
bundsikring mv. på min. 25 ‰



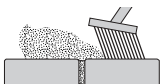
Anvend kraftig kantsikring



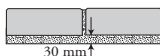
Benyt de rigtige materialer  
til fuger, afretningslag mv.



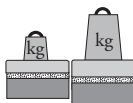
Fugebredde på 2 - 5 mm



Altid fyldte fuger



Afretningslag på 3 cm  $\pm$  1 cm



Tykkelsen af sten, bærelag mv.  
skal svare til belastningen



Benyt så effektivt et  
læggemønster som muligt