

Ill.: Aalvedt Stein

# BELEGNINGSSTEIN OG HELLER I BETONG

## del III: Utførelse

Basert på heftet «Belegningsstein og heller i betong – en veiledning» utgitt av Norsk Kommunalteknisk Forening

### Bærelag

Det finnes flere typer bærelag, som alle kan fungere godt.

Bærelaget kan bygges opp med mekanisk stabiliserte, sementstabiliserte eller bitumenstabiliserte masser. På arealer med dekke av belegningsstein eller heller av betong benyttes det hovedsakelig mekanisk stabiliserte bærelag. I Norge har vi god tilgang til materialer av høy kvalitet, og erfaringene er svært gode også etter lang tids bruk.

Bærelagets permeabilitet skal være større enn permeabiliteten i settelaget, slik at det ikke samler seg vann i settelaget. Er bærelaget av asfalt eller betong, er det viktig at materialet er drenerende. Dette betyr at man må velge en materialsammensetning som sikrer god permeabilitet både på kort og på lang sikt.

For asfalt velges et bærelag av asfaltert pukk eller drensasfalt. Dersom asfaltert grus skal benyttes i bærelaget, må steinmaterialet ha en åpen kurve. *Vanlig asfaltert grus kan ikke anvendes.* En asfaltmasse med hulrom større enn 12% vil normalt gi et tilfredsstillende bærelag. Det er viktig at dette hulrommet oppnås gjennom proporsjonering /massesammensetning, ikke gjennom dårlig komprimering.

Med unntak av de forhold som er presisert med hensyn til sammensetningen av asfaltert grus, anbefales det at kravene gitt i Statens vegvesens Håndbok 018 følges.

### Avretting av bærelag

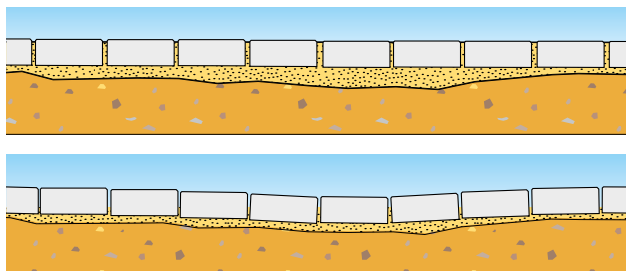
Hvorvidt det i kontraktssammenheng er ønskelig å beskrive et eget avrettingslag, eller om dette inngår som en del av bærelaget, er det ulike oppfatninger om.

Kravene til jevnhet for et dekke av belegningsstein eller heller er relativt strenge. Det samme gjelder krav til tykkelsen på settelaget. Dermed har også bærelagets overflate relativt strenge jevnhetskrav. Et bærelag av grov pukk eller kult må som regel avrettes for å oppfylle kravene til jevnhet og teoretiske høyder.

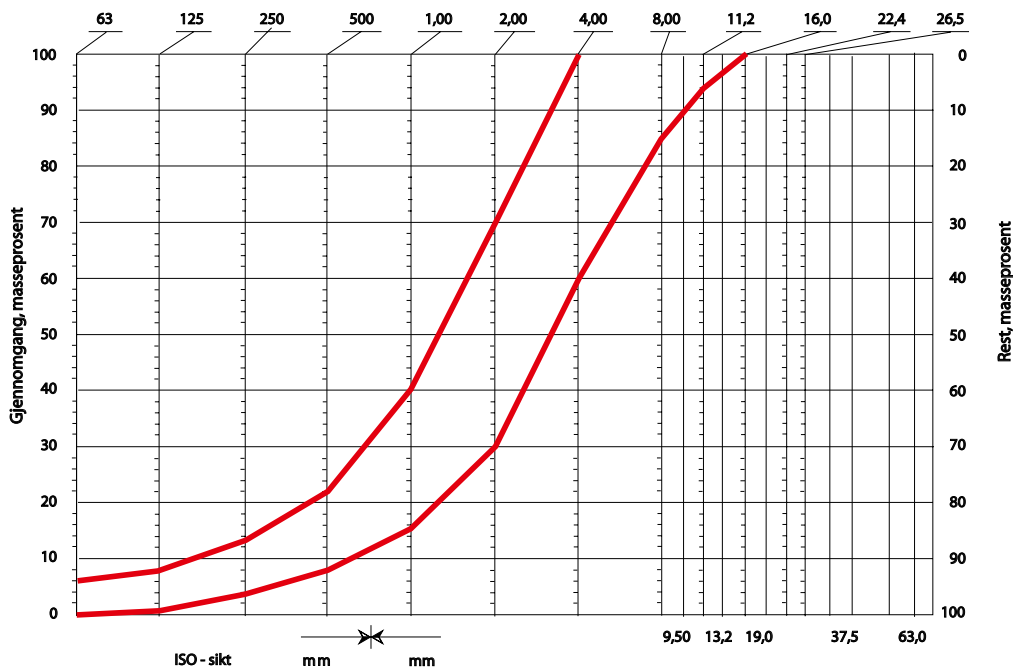
ANBEFALTE KRAV TIL AVRETTING:	
Materialer:	Som regel vil knust fjell 0/32 fungere godt
Finstoffinnhold (andel < 0,063 mm):	Maks. finstoffinnhold 7%, dvs UF <sub>7</sub> for å sikre at avrettingsmaterialet ikke blir for tett
Mekaniske egenskaper:	Samme krav som for bærelaget
Innhold av humus, kis- og svake mineraler:	Samme krav som for bærelaget
Tykkelse:	Avrettingslaget må ikke skal være for tykt, og det må være uten åpne partier. Laget bør ingen steder være tykkere enn 100 mm.
Komprimering:	Avrettingen må komprimeres godt. Separasjoner i avrettingsmassene med tilhørende åpne partier i overflaten bør ikke aksepteres

### Settelag

Settelaget er underlag for belegningssteinene og har flere formål. Det primære er å utjevne mindre ujevnheter på bærelagets overflate. Utover dette skal det utlikne små variasjoner i steintykkelsen (normalt  $\pm 2,5$  mm) og virke som et trykkfordelende lag mellom belegningsstein og bærelag.



Ujevn tykkelse på settelaget gir stor risiko for setninger



Grensekurven for settelag av knust stein 0/8 mm

ANBEFALTE KRAV TIL SETTELAG:	
Materialer:	<p>Settelag for belegningsstein: Knust fjell 0/8. Det anbefales å sette krav til materialets kornkurve, slik det er angitt i figuren.</p> <p>Settelag for heller: Selv små ujevnheter i settelagets overflate kan gjøre at hellene knekker. Dette unngås ved å bruke enskornet materiale i settelaget, såkalt «Korning». De mest aktuelle sorteringer er 2/5 eller 2/8. Bruk av ensgradert materiale er mer aktuelt jo større hellene er. Men da det har dårligere indre stabilitet enn velgradert knust materiale er det spesielt viktig at tykkelsen på settelaget er innenfor toleransene.</p> <p>De nye standardene for tilslagsmaterialer, inkl. NS-EN 13242, skiller ikke mellom knust fjell og knust grus slik vi har vært vant til i Norge. For å sikre en tilfredsstillende kornform, må det settes et krav om kategori <math>C_{90/3}</math> mht andelen knuste korn.</p> <p>Før settelaget legges ut, må det kontrolleres at materialet i bærelaget er riktig avstemt i forhold til materialet i laget under, slik at settelaget ikke forsvinner ned i bærelaget.</p>
Finstoffinnhold (andel < 0,063 mm):	Maks 5%, dvs. $UF_5$ for å sikre at materialet ikke er for tett
Mekaniske egenskaper:	Krav til materialets Los Angeles-verdi: maks 35, dvs. $LA_{35}$
Tykkelse:	<p><math>30 \pm 10</math> mm.</p> <p>En tykkelse på 20 mm er nødvendig for å kunne utlikne små ujevnheter i bærelaget og evt. høydeforskjeller på steinene. Maks tykkelse på 40 mm er viktig for å minimere spordannelse.</p>
Jevnhet:	<p><math>\pm 3</math> mm eller <math>\pm 5</math> mm målt med en 3 m rettholt</p> <p>– avhengig av type areal. For å oppfylle dette kravet må også settelagets overflate ha tilsvarende jevnhet.</p> <p>Da settelagets tykkelse og de tillatte variasjoner er begrenset, må også bærelaget oppfylle dette kravet. Hvis overflaten av bærelaget ikke oppfyller kravet, skal bærelaget justeres – det må ikke benyttes tykkere settelag.</p>
Komprimering:	<p>Settelag av 0/8 for belegningsstein skal komprimeres godt. Det anbefales som et minimum å bruke vibrerende plate med vekt 200 kg eller mer, med to passeringer. En lett vibrovalse, vekt ca 2 tonn, er mye brukt på litt større arealer, normalt vil to passeringer være tilstrekkelig.</p> <p>Et settelag av ensgradert materiale må komprimeres med vibrerende utstyr, men det lar seg ikke komprimere på samme måte som et velgradert materiale. Det er derfor tilstrekkelig med lett komprimering, f.eks. to passeringer med vibrerende plate med vekt 100 kg.</p>

### Laget av belegningsstein

Belegningssteinens tykkelse og form har innvirkning på stabiliteten og levetiden på belegningen og skal velges ut fra forventet belastning på underlaget. Anbefalt minimum steintykkelse avhenger av trafikkbelastningen.

Statens vegvesens Håndbok 018 anbefaler at det ved større vridningslaster, f.eks. på veibanen i rundkjøringer, brukes belegningsstein med tykkelse 100 mm.



Dårlig tilpasninger er stygt, kostbart og gir stor risiko for kort levetid

Forventes det store horisontale belastninger, f.eks. fra bremsing og akselerasjon av store lastebiler og busser (ved bussholdeplasser, veikryss, snuplasser osv.), bør det brukes låsestein.

#### Legging av belegningsstein

Steinen skal legges med fugebredde 2–5 mm. Risikoen for kantavskallinger reduseres når fugene kan oppta små bevegelser. Fugene gjør det også enklere for den utførende å holde linjene ved leggingen. Før fugene fylles, kontrolleres det om fugeskjøtene fremstår tilfredsstillende.

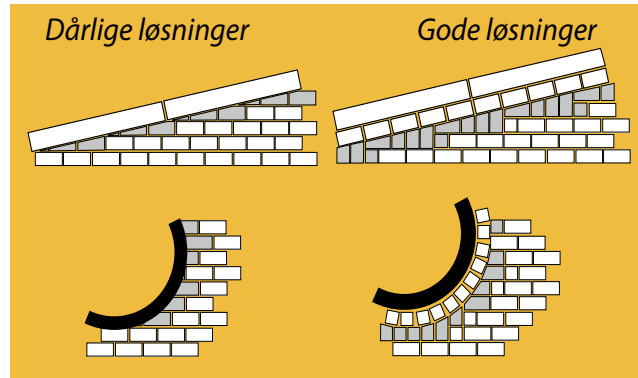
Påse at også belegningsstein uten avstandsknaster får nødvendig fugebredde.

Før legging kontrolleres det at settelaget har riktig fall mht. fjerning av vann, og om lengdeprofilen svarer til den prosjekterte. Settelaget skal ha en høyde som gjør at belegningen etter komprimering har en overhøyde på 5–10 mm ved kumlokk o.l. På steder hvor det er vanskelig å oppnå en tilfredsstillende komprimering av underlaget, f.eks. inn mot kummer og sluk, kan det være nødvendig å øke overhøyden av belegningssteinene før komprimering av dekket til 10–15 mm.

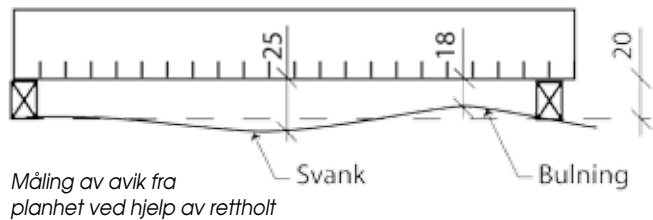
Overflatejevnheten kontrolleres ved bruk av en 3 meters rettholt. Kravene i tabellen nedenfor er hentet fra NS 3420, Del K2: «Utendørs belegg, kanter og renner».

Type avvik	Lengde av rettholt	Toleranseklasse	
		2	3
Typisk bruksområde		Gangarealer	Kjørearealer
Planhet (svanker og bulninger)	3,0 m	± 3 mm	± 5 mm
Sprang ved fuger		2 mm	3 mm

Leggingen kan foregå for hånd eller som maskinlegging/ med manuelt betjent leggestyr. Leggehastigheten er avhengig av leggemetoden. Det er først og fremst ved store arealer at maskinlegging vil være best økonomisk sett.



Gode løsninger krever dyktige fagfolk



Måling av avvik fra planhet ved hjelp av rettholt

Det er viktig å hindre at belegningssteinene forskyver seg etter at fugelinjene er kontrollert og godkjent. Skal det tillates trafikk på et nylagt dekke av belegningsstein/heller, må fugene fylles med fugesand etterhvert som arbeidet går frem. Dette er også viktig for å forhindre at uegnet materiale kommer ned i fugene.

#### Tilpasning

Det er som regel nødvendig å utarbeide en plan over hvordan leggearbeidet skal utføres, bl.a for å minske skjærearbeidet og derved høyne det estetiske inntrykket. Eksempelvis bør avstanden mellom kantsteinene på en vei tilsvare et helt antall stein.

Der tilpasningsstein er nødvendig, skal de være større enn 30 % av en hel stein. Unngå å spisse tilpassede stein. For å kunne oppfylle disse kravene kan det være nødvendig å forandre leggemønsteret i nærheten av tilslutninger eller kanter. I bilde og på figur øverst på siden er det vist eksempler på så vel gode som dårlige løsninger.

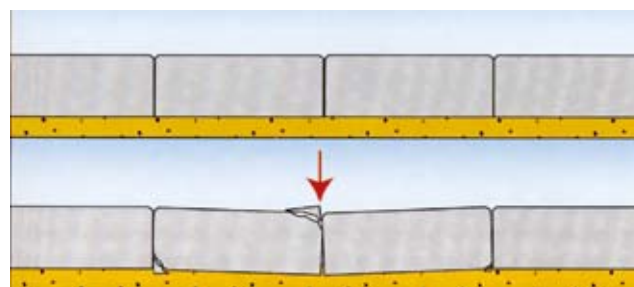
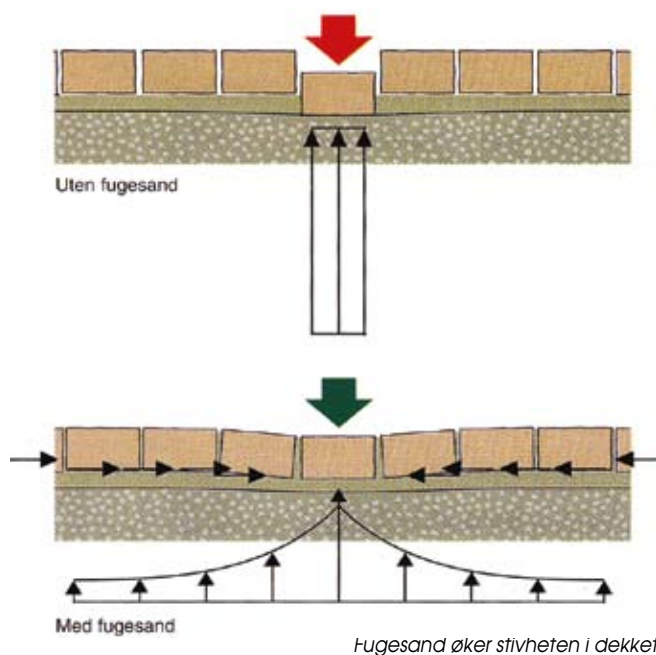
Med litt planlegging bør det være mulig å unngå løsninger som vist i bildet øverst til venstre.

#### Belegningsstein i svinger

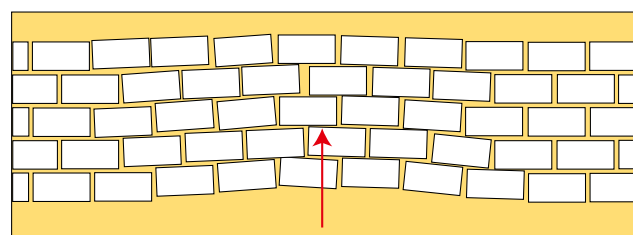
I sterkt trafikkerte svinger kan det oppstå store horisontale krefter fra tunge kjøretøyer. Det er derfor viktig at steinene her har en god låsevirkning. Det må også legges spesiell vekt på alle kantavslutninger.

#### Egnede platevibratorer

Vibreringen må skje med riktig utstyr. Platevibratoren må ikke være så tung og gi så store slag at det er risiko for at overflaten ødelegges. På belegningsstein med farge og stein med spesiell overflatebehandling kan man bruke en platevibrator med kunststoffplate under vibratoren.



Fugesand reduserer risikoen for kantavskalling



Tette fuger sikrer et stabilt mønster

## Fuger

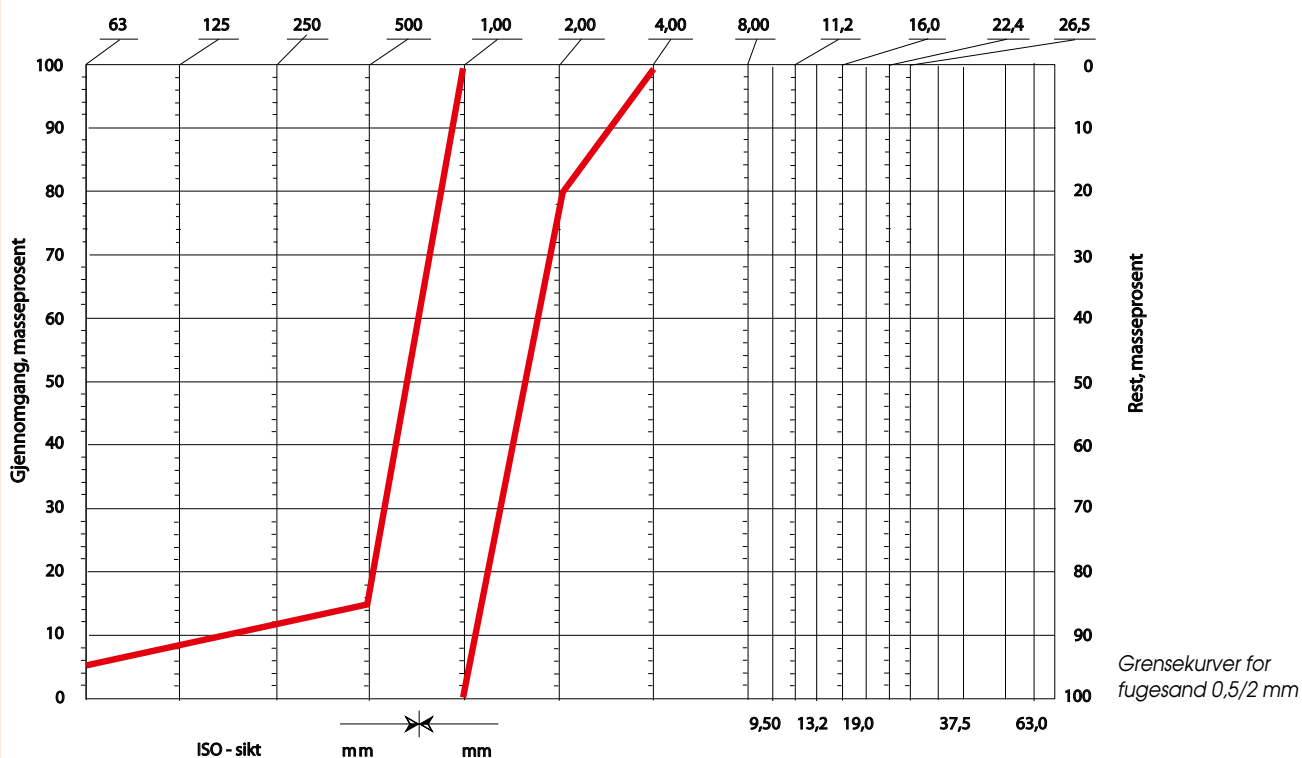
De fleste belegningsstein/heller støpes med knaster på ca. 1,5 mm. Knastene skal sikre ønsket fugebredde og unngå direkte kontakt mellom steinene. Smale fuger er vanskelig å fylle med fugesand.

Riktig utførte fuger er avgjørende for et varig og funksjonelt dekke:

Fugenes funksjon	Beskrivelse
Overføre belastning	Korrekt utført fuge sikrer at deler av belastningen på en belegningsstein overføres til omkringliggende steiner. Dermed kan plasser og veier med belegningsstein oppta meget store trafikk- og punktbelastninger. Vertikalspenningen på bærelaget under en belastet stein er kun 1/2–2/3 av den lasten som hviler på selve steinen, forutsatt en korrekt utført fuge.
Hindre kantavskalling	Hvis steinene er lagt helt tett – altså feil – kan det oppstå kantavskallinger i topp og bunn. Fugene skal kunne ta opp små elastiske deformasjoner uten at påkjenningene på kantene blir for store. Fugene må også ta opp mindre setninger som skyldes variasjoner i komprimeringen og i tykkelsen på bære- og settelag. Hvis steinene ligger helt tett, vil en liten, lokal setning medføre at noen av steinenes kanter støter mot hverandre slik at de må ta hele belastningen. Et hjul på et tungt kjøretøy gir overflaten en elastisk nedbøyning. Denne skal fugene kunne ta uten at det oppstår kantavskalling. Horisontale laster fra f.eks. oppbremsing kan også gi kantavskalling hvis steinene ligger helt tett.
Tette dekket	Rett etter fugefyllinger ikke fugen helt vanntett. Forvittringsprodukter, gummistøv, oljerester m.m. vil med tiden fylle ut alle hulrom i fugematerialet og øke tettheten i fugen som en naturlig forsegling. På trafikkbelastet belegning gjør vibrasjonene fra trafikken og lastoverføringen gjennom fugematerialet at fugematerialet komprimeres og oppnår stor tetthet i løpet av kort tid. Hvor tette fugene er avhenger blant annet av fugemateriale, alder, vedlikehold, trafikken m.m. De vannmengder som trenger ned i riktig utførte fuger på belegninger med riktig fall er meget små og gir erfaringsmessig ingen problemer. Det kan være aktuelt å forsegle fugen på plasser og veier der man ønsker en spesielt tett belegning. Det finnes forskjellige former for forseglingsvæsker og bundne fugematerialer, f.eks. av voksholdig eller polymerholdig sand. Slike spesialmidler kan gi et tett dekke den første tiden. Men uten en relativt hyppig fornyelse må man regne med en viss vanngjennomgang.
Sikre mønsteret	Fylte fuger holder belegningen på plass og beskytter den mot horisontale forskyvninger forårsaket av kjøretøy som bremses opp, akselererer eller snur.
Ta opp formvariasjoner	Sammenliknet med f.eks. gatestein har belegningsstein og heller av betong presise mål. En fugebredde på 2–5 mm vil med god margin kompensere for de små variasjonene som oppstår i steinenes form under fremstillingen.



Helt fylte fuger er viktig for å unngå ugress



### Fugesand

Benytt 0,5/2 eller 0/2 tørket fugesand. Ved prosjektert fugebredden større enn 3 mm, bør fugesand 0,5/4 benyttes. De største sandkornene vil kile seg fast i fugene og sikre god kraftoverføring mellom steinene og bidra til å låse fugematerialet. Dermed blir trykket fra trafikken mest mulig fordelt.

Fugesanden bør være knust fjell eller skarpkantet sand med sterke korn som ikke knuses ned i noen særlig grad. Det finnes få metoder for testing av finkornede materials mekaniske egenskaper, man må i hovedsak støtte seg på petrografiske analyser av materialet.

### Utførelse

Fugesand feies ned i fugene, og steinene feies helt rene før dekket vibreres og komprimeres med en platevibrator.

Ved vibreringen presses litt sand fra settelaget opp i fugene. Avhengig av sandtype og vibrering fylles fugene 5–20 mm nedenfra og opp ved vibreringen. Det frarådes derfor å bruke geotekstiler umiddelbart under belegningssteinene.

Det er ofte nødvendig å fylle sand i fugene i flere omganger. I fuktig vær kan det være nødvendig å vanne ned fugematerialet. Men det skal gjøres med så små mengder vann som mulig, for å unngå oppløsting av settelaget. 