

## Underlag for den som skal beskrive!

BETO naturSYSTEMET er et norsk system for montering av naturstein i kjørearealer. Systemet tilfredsstiller kravtabellene i nye N200.

BETO naturSYSTEMET forutsetter at den som har det beskrivende ansvaret for konstruksjonen beregner forsterkningslag, bærelag, settelag og dekketykkelse etter N200:

Tabell 543.1: Dimensjonering av overbygning med belegningsstein og gatestein av naturstein  
**(For gang og biltrafikk)**

Tabell 543.2: Dimensjonering av overbygning med heller av betong og plater av naturstein.  
**(For gangtrafikk og gangarealer med noe biltrafikk)**

## Forslag til kravspesifikasjon i anbuds-dokumentene (Bunden montering):

For at installasjonen skal innfri forutsetningene i forhold til forventet belastning, så er det av betydning at både bærelag og settelaget har et samvirke sammen med belegget (Stein og fuger).

Derfor er det anbefalt å beskrive et System!

BETO naturSYSTEMET fungerer med bærelag av både Drensasfalt (DA) eller Drensbetong (DB). Drensbetong kan være levert fra ferdigbetongfabrikk eller en kan benytte BETO naturSETTE-D.

## Følgende konstruksjons deler må beskrives:

1. **UNDERBYGNING:** Frostsikker underbygning, dimensjonert etter N200 og bruksområde.
2. **BÆRELAG:** Permeabelt bærelag, dimensjonert etter tabell 543.1 eller tabell 543.2
3. **SETTELAG:** Permeabelt settelag, dimensjonert etter 542.1 og tabell 542.2.  
Betongmørtel beskrevet i tabell 672.2.  
Heftbro vurderes som et tillegg ved stekt trafikkerte arealer.
4. **FUGEMASSE:** Tett fugemasse(ementbasert). Skal oppfylle krav i tabell 675.2.
5. **BELEGGET:** Krav til Belegningsstein og Heller omtales i kapittel 673.  
Tykkelser og formater dimensjoneres etter tabell 542.1 eller 542.2.

## Andre krav:

- Ved bruk av importerte produkter, så skal det vedlegges dokumentasjon for at produktet er registrert hos CLIF/Produktregisteret samt at det oppgis tilhørende registrerings nr. Tekniske verdier skal dokumenteres i databladene til produktet.
- Emballasje skal være med norsk tekst.  
Det skal også legges ved:
  - o Norske datablad
  - o Norsk HMS/SDS datablad etter REACH/CLP standard

[Link til N200](#)

[Link til referanse-prosjekter](#)

**Følgende spesifikasjoner kan spesifiseres i kjøresterke areal:**

○ **Krav til Bærelag**

- Sementbasert permeabelt bærelag drensbetong (DB) eller/ drensasfalt (DA)
- Sementbasert bærelag av lav-alkali sement (BETO naturSETTE-D)
- Fasthet min 30 N/mm<sup>2</sup> etter bearbeiding
- Bøyestrekstyrke min 6 N/mm<sup>2</sup>
- Porevolum min 7%
- **Bærelaget skal ha en (ferdig komprimert) tykkelse på ???cm** (Fylles ut av beskrivende) (tabell 543.1 eller, tabell 543.2) **Husk OBS! fra side 1**

○ **Krav til Settemassen:**

- Sementbasert permeabel settemasse, blandes til jordfuktig konsistens med glans
- Lav alkali sement
- Fasthet min 35 N/mm<sup>2</sup> etter bearbeiding
- Porevolum 15%
- Heft 1.5 N/mm<sup>2</sup>
- Korngradering 4 mm
- Tykkelsen på settemasse må beskrives (tabell, 542.1 og tabell 542.2. ) smågatestein 40 mm, storgatestein 60 mm heller/plater 50 mm

○ **Krav til fugemasse:**

- Sementbasert fugemasse som skal fylle hele fugedybden, for å gi belegget ønsket last fordeling.
- Fasthet: min 45 N/mm<sup>2</sup>
- Bøyestrek styrke: min 7 N/mm<sup>2</sup>
- Skjærspenning: mellom stein og fugemasse er min. 1,3 N/mm<sup>2</sup>
- Heft: min 1.5 N/mm<sup>2</sup>
- Flyteevne: Selv-komprimerende
- Salt og frostbestandig
- Farge: Lys grå / Grå
- Fugedybde, hele steinens/hellens/platens høyde
- Min/max fugebredde 5-30 mm Beskrives nærmere etter dekkets utforming, vi anbefaler 10 mm fugebredde for alle dekker.

○ **HUSK bevegelsefuger på steindekker i bunden utførelse! Kontakt oss for mer informasjon.**

○ **Krav til utførelse:**

**Brostein:** Settes hammerfast ned i settelag slik at settelagsmaterial omfavner stein ca. ¼ del. Samtlige stein renskes og vaskes før bruk. Skal være fuktig før setting. Storgatestein settes med 8-15 mm fuger og smågatestein med 6-12 mm. Der det brukes halve stein, skal det påføres lim som heftbro under setteprosessen vått i vått.

Ferdig satt stein skal ikke røres etter setting. Stein satt i bunden utførelse legges med maks. 5 mm overhøyde mot tilstøtende kanter, sluk, kum o.l.

Gjeldende tiltak for herding og prosedyrer for tillatt bruk anvendes etter produktdatablad.

**Heller/Plater:** Settelaget avrettes med ca. 20- 25% overhøyde som da komprimeres ned via banking på stein. Redskapet bør ha nok tyngde for å få nok effekt på stein. Dags-skjøter utformes loddrett. Helle/plate-arbeidene bør planlegges slik at det fokuseres på å ferdigstille enkelte felt per arbeids-skift i forhold til fugeplan for dilatasjonsfuger.

Ved tilslutninger og bruk av vinkelsliper eller vannsag, skal støv og kuttslam fjernes fra steinens kontaktflater til mørtel.

## VIKTIGE MOMENTER for korrekte valg:

- Trafikfrekvens, oppbremsing, akselerasjon, vridning og/eller punktbelastning, stiller store krav til belegget. Husk at selv om arealet er beregnet for gangtrafikk, så vil det etter all sannsynlighet komme kjøretøy, (brann, vedlikeholdsmaskiner, varelevering og arrangementer) som gir påkjenninger utover normal belastning.
- Et annet moment er den markante forskjellen i drift/vedlikeholdskostnader mellom de to alternativene. Ta hensyn til dette når du velger om du vil gå for en av de to løsningene **Dynamisk** eller **Bunden** oppbygning, og likeså når du dimensjonerer belegget.

### De to forskjellige hovedprinsipp:

#### 1. DYNAMISK SETTING OG FUGING

Dynamisk løsning består av løsmasser.

Steinen settes i komprimerte løsmasser (0-4 eller 0-8) på et **bærelag** av knust materiale (2-32, 2-45 eller 2-63) og **fuges** med (0,5-2mm, 0,5-4mm eller 0,5-8mm).

**Dynamiske løsninger** er ofte brukt, men krever riktig valg av materiale og er ofte utsatt for skader pga. punktlast og manglende stabilitet i belegget.

Et annet moment er at settelagt kan bli "vasket" bort som gir setningskader og ujevnt dekke.

Dynamisk løsning benyttes gjerne fordi det gir lave installasjonskostnader.

Dynamisk løsning gir som oftest høye drifts- og vedlikeholdskostnader.



#### 2. BUNDEN SETTING OG FUGING

Kompakte systemer kan være gjennomgående tette eller permeable, eller en kombinasjon av tett/permeabel. Bærelaget er enten drengasfalt, eller et sementbasert permeabelt bærelag.

**I Norge er det nødvendig å ta hensyn til vannintrengning og mulighet for frostskaader!**

En **BUNDEN** komplett tett installasjon slipper tilnærmet ikke vann inn i konstruksjonen, men man bør likevel ta hensyn til at det *kan* oppstå riss eller vannintrengning på annet vis.

Vann som kommer inn i konstruksjonen må derfor ledes videre ut av belegget, f.eks. ved bruk av permeabelt sette- og bærelag.



## I TRAFIKKBELASTEDE AREALER

**Knust berg som bærelag med BETO naturSETTE-D som settelag + BETO naturFUG til fuger.**



Begrenset trafikkbelastning

**Med moderat trafikkbelastning** kan du benytte en permeabel settemasse kombinert med tette fuger.

- Tåler begrenset punktlast. Maks. 7.5 tonn akseltrykk. Dersom det kommer inn en tyngre bil kan skader oppstå i belegget.

**Ny fagstandard bunden: BETO naturSETTE-D som bære- og settelag + BETO naturFUG til fuger.**



Trafikkerte områder

**Kjørearealer**

– En sterkere og mer kompakt løsning, med tette fuger og et drenerende sette- og bærelag som tillater evt. vann i å slippe videre ned i underliggende masser dersom det oppstår f.eks. sprekker eller riss i det tette toppbelegget.

- Passer for alle arealer fra lett personbil- til tung- trafikk. (Se vår tekniske publikasjon).
- Rasjonell løsning da man benytter samme produkt til både bærelag og settemasse, og at det kan legges vått-i-vått. (Bærelaget komprimeres lett før settelag legges ut).

**Tidligere tett bunden med betongplate som bærelag + ProBed HS settelag + Flowpoint fuger.**



I henhold til BS 7533

**Kjørearealer - uten permeabilitet** – Tette, faste fuger og settemasse. Tykkere permeabelt bærelag. Systemet er utviklet i forhold til kravene definert i British Standard.

Benyttes til begrensede trafikkutsatte arealer, f.eks. rundkjøringer, opphøyde gangfelt m.m.

- Her må det tas hensyn til vannavledning ved evt skader, da sette/bærelaget IKKE er permeabelt.

OBS: Tilpasses fortsatt ved steinsetting på f.eks broer og kulverter

## Alternative SYSTEM med forsinket avrenning

**Permeable fugemasser** anvendes når trafikkbelastningenerbegrenset.

Permeable mørtler i de Kompakte systemene anvendes når avrenningen av regnvann skal forsinkes. En slik løsning bør pga. redusert styrke bare anvendes der det er sporadisk kjøring som på plasser, torg og store arealer med evt. lett trafikk.

Hovedsakelig bør derfor dekket ved permeable løsninger dimensjoneres slik at hver stein bærer hele lasten. (Se Teknisk Publikasjon fra Betomur). Permeable, kompakte fugemasser benytter som bindemiddel enten epoksy eller PU.

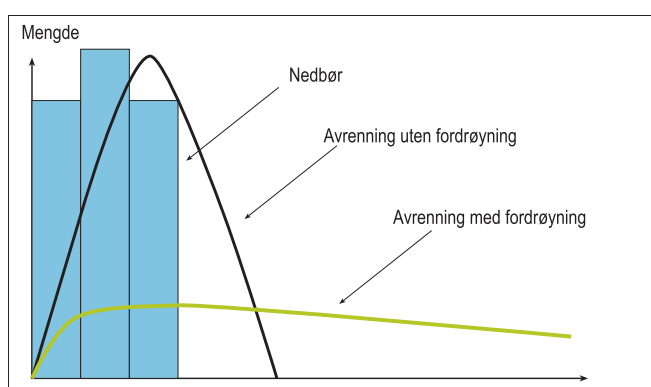
Forsinket avrenning (drenerende løsninger). Hovedmålsettingen med å konstruere dekkeløsninger for forsinket avrenning med fordrøyning i bakken og avlaste overvanns-nettet.

Det er to forhold som er helt avgjørende for konstruksjonens effektivitet - et godt og stabilt fundament (bærelag), og god heft mellom stein og settemørtel.

Den drenerende settemørtelen må ha et porevolum på 15%. Tykkelsen bør være minimum 50 mm i de tilfeller der laget skal drenerer vannet horisontalt.

De drenerende fugene må være minimum 30 mm dype, men dybden bør ikke overstige 60 mm hvis den drenerende effekten skal beholdes.

Den drenerende settemørtelen har varierende kapasitet avhengig av komprimeringen.

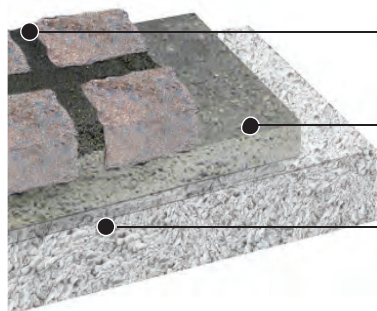


Brukt som settemørtel (BETO naturSETTE – D) er kapasiteten for den horisontale og vertikale «vannføringen» stor. Vertikal gjennomstrømning er ca. 1 500 liter per m<sup>2</sup> pr time. Settelaget vil ikke være styrende for systemets kapasitet. Ved bruk av smågatestein er fugearealet ca. 10 % av arealet.

Vanngjennomgangen for BETO DRENSfug er målt til  $4,91 \times 10^{-3}$  m/s = ca.15 l/min/m<sup>2</sup> med 10 % fugeareal.

Benyttes BETO naturSETTE-D som bærelag skal massen komprimeres som spesifisert i datablad. Komprimeringen går på bekostning av dreneringsevnen som reduseres med 50% i forhold til om den anvendes som ren settemørtel, men dette betyr i praksis ingenting. Med bruk av BETO DRENSfug så vil vanngjennomgang være 200 mm regn på et døgn!

### Permeable fuger, sette- og bærelag



Permeabel fugemasse **BETO DRENSfug**  
Fuger i minimum 30mm dybde.

**naturSETTE-D** permeabel settemasse.  
Settelag fra 20-40mm (avhengig av naturstein utforming).

**naturSETTE-D** benyttes også som bærelag. Komprimeres lett.  
≥100mm tykkelse.

Med liten trafikkbelastning kan du, om ønskelig benytte et permeabelt system, som gir vanngjennomtrengelighet via fuger og helt ned i underliggende masser. En slik løsning har lavest holdbarhet og styrke av de presenterte alternativene.

*Husk å beregne frostsikkert forsterkningslag iforhold til underlag og bruksområde! (N200)*

Gjennomgående  
Permeabel løsning

## Tabeller fra N200

Tabell 543.1 Dimensjonering av overbygning med belegningsstein av betong og gatestein av naturstein, typiske materialer med lagtykkelser i cm

DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGOVERBYGNING MED BELEGNINGSSTEIN OG GATESTEIN (lagtykkelser i cm)							
Trafikkgruppe	A <sup>4)</sup>	B	C	D	Parkeringsplasser		Andre trafikk-arealer med tunge kjøretøy <sup>5)</sup>
Antall ekvivalente 10 tons aksler per felt i dimensjoneringsperioden (N, mill.)	< 0,5	0,5 - 1	1 - 2	2 - 3,5	lett trafikk <sup>4)</sup>	tung trafikk	
<b>DEKKE</b>							
Dekketykkelse, inkl. settelag, se tabell 542.1							
<b>BÆRELAG</b>							
Anbefalte materialer:							
Da	10	13	15	17	10	13	17
Da over Fk <sup>6)</sup>	-	6 over 10	9 over 10	11 over 10	-	6 over 10	11 over 10
Db	15	18	20	20	15	18	20
Fk <sup>6)</sup>	15				15		
<b>FORSTERKNINGSLAG PÅ</b>							
Materialtype i grunnen:	Bæreevne gruppe	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient a = 1,0.					
Bergskjæring, steinfylling, T1 <sup>2)</sup>	1	30	30	30	30	30	30
Grus, C <sub>u</sub> ≥ 15, T1	2	30	30	30	30	30	30
Grus, C <sub>u</sub> < 15, T1	3	30	30	30	40	30	30
Sand C <sub>u</sub> ≥ 15, T1							
Bergskjæring, steinfylling T2 <sup>2)</sup>	4 <sup>3)</sup>	40	40	50	60	30	40
Sand, C <sub>u</sub> < 15 T1							
Grus, sand, morene, T2	5	50	60	70	70	40	60
Grus, sand, morene, T3	6	60	70	70	80	50	70
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> ≥ 50 kPa	6	60	70	70	80	50+10 <sup>1)</sup>	80
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> 37,5-50 kPa	6	60+20 <sup>1)</sup>	70+10 <sup>1)</sup>	80	80	50+30 <sup>1)</sup>	70+10 <sup>1)</sup>
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> 25-37,5 kPa	6	60+50 <sup>1)</sup>	70+40 <sup>1)</sup>	80+30 <sup>1)</sup>	80+30 <sup>1)</sup>	50+60 <sup>1)</sup>	70+40 <sup>1)</sup>
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> < 25 kPa	6	60+50 <sup>1)</sup>	70+40 <sup>1)</sup>	80+30 <sup>1)</sup>	80+30 <sup>1)</sup>	50+60 <sup>1)</sup>	80+30 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Tall med pluss foran angir økning av forsterkningslagstykkelsen knyttet til anleggstekniske forhold.

<sup>2)</sup> Bergskjæring omfatter både dyp- og grunnsprengning. For grunnsprengning er det krav om min 0,75 m fra vegoverflate til topp av knoler, se kapittel 2.

<sup>3)</sup> Gjelder også for forsterkningslag på isolasjonslag av XPS, skumglass eller lettclinker.

<sup>4)</sup> Gjelder også gang- og sykkelveg og avkjørsel.

<sup>5)</sup> Dekke av gatestein anses ikke aktuelt.

<sup>6)</sup> Skal ikke anvendes for dekker med fast settelag.

Tabell 543.2 Dimensjonering av overbygning med heller av betong og plater av naturstein, typiske materialer med lagtykkelser i cm

DIMENSJONERINGSTABELL FOR OVERBYGNING MED HELLER AV BETONG OG PLATER AV NATURSTEIN (lagtykkelser i cm)			
		Trafikkbelastning	
		Gangarealer	Gangarealer med noe biltrafikk
<b>DEKKE</b>			
Dekketykkelse, inkl. settelag, se tabell 542.1 og tabell 542.2			
<b>BÆRELAG</b>			
Anbefalte materialer:			
Da		8	10
Da over Fk <sup>4)</sup>		4 over 10	4 over 10
Db		15	15
Fk <sup>4)</sup>		12	15
<b>FORSTERKNINGSLAG PÅ</b>			
Materialtype i grunnen:	Bæreevne gruppe	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient a = 1,0	
Bergskjæring, steinfylling, T1 <sup>2)</sup>	1	30	30
Grus C <sub>u</sub> ≥ 15, T1	2	30	30
Grus, C <sub>u</sub> < 15, T1	3	30	30
Sand C <sub>u</sub> ≥ 15, T1			
Bergskjæring, steinfylling T2 <sup>2)</sup>	4 <sup>3)</sup>	40	40
Sand C <sub>u</sub> < 15, T1 <sup>3)</sup>			
Grus, sand, morene, T2	5	50	50
Grus, sand, morene, T3	6	60	60
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> ≥ 50 kPa	6	60	60
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> 37,5-50 kPa	6	60	60
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> 25-37,5 kPa	6	60+20 <sup>1)</sup>	60+20 <sup>1)</sup>
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> < 25 kPa	6	60+50 <sup>1)</sup>	60+50 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Tall med pluss foran angir økning av forsterkningslagstykkelse knyttet til anleggstekniske forhold.

<sup>2)</sup> Bergskjæring omfatter både dyp- og grunnsprengning. For grunnsprengning er det krav om min 0,75 m fra vegoverflate til topp av knoler, se kapittel 2.

<sup>3)</sup> Gjelder også for forsterkningslag på isolasjonslag av XPS, skumglass eller lettclinker.

<sup>4)</sup> Skal ikke anvendes for dekker med fast settelag.

## Tabeller fra N200

Tabell 542.1 Dekke- og settelagstykkelser for alle trafikkarealer

Dekketype	Tykkelse, cm								
	Alle arealer gitt i dimensjoneringstabell			Gangarealer			Gangarealer med noe biltrafikk		
	Dekke-tykkelse	Settelag knust berg	Settelag fast	Dekke-tykkelse	Settelag knust berg	Settelag fast	Dekke-tykkelse	Settelag knust berg	Settelag fast
Belegningsstein	8	3	5						
Smågatestein	10	5	5						
Storgatestein	14	6	6						
Heller av betong				7	3	5	10		
Plater av naturstein				Se tabell 542.2	3	5	Se tabell 542.2	3	5

### Plater av naturstein

For både mekanisk stabilisert og fast settelag skal forholdet mellom platenes lengde og bredde ikke overstige 2. Tabell 542.2 viser minstekrav til platetykkelser ved forskjellig forhold mellom lengde og bredde.

Tabell 542.2 Minstekrav til platetykkelser for plater av naturstein

Type belastning	Største platelengde, mm	Mekanisk stabilisert settelag Minste tykkelse ved forhold lengde : bredde mm			Fast settelag Minste tykkelse ved forhold lengde : bredde mm		
		1:1	1,5:1	2:1	1:1	1,5:1	2:1
		Kun fotgjengertrafikk, lett utstyr til drift og vedlikehold <sup>1)</sup>	400 – 600	120	140	160	100
	600 – 800	140	160	180	120	130	140
	800 – 1000	160	180	200	140	150	160
Fotgjengertrafikk, noe trafikk av lette biler, og noe trafikk med 10 tonn aksellast, trafikkhastighet ikke over ganghastighet <sup>1)</sup>	400 – 600	140	160	180	120	130	140
	600 – 800	160	180	200	140	150	160

<sup>1)</sup> Tykkelsen kan reduseres med 20 mm dersom platene har en bøyestyrke på minst 14,0 kN.

Tabell 672.2 Krav til settelag av betongmørtel under belegningsstein og heller, gatestein og plater av naturstein

Parameter	Testmetode	Krav
Øvre siktstørrelse for tilslaget	NS-EN 933-1	8,0 mm
Trykkstyrke etter 7 døgns lagring	NS-EN 12390-3	Min. 16/20 MPa
Trykkstyrke etter 28 døgns lagring		Min. 25/30 MPa
Permeabilitet	NS-EN 12697-40	$K_f \geq 10^{-5}$ m/s
Hefstyrke, ved fabrikk	NS-EN 1015-12	Min. $\geq 1,5$ MPa
Hefstyrke, utført		Alle enkeltverdier $\geq 1,2$ MPa
Bestandighetsklasse		SV standard

Tabell 675.2 Krav til betongmørtel som faste fuger for belegningsstein, heller, gatestein og natursteinsplater

Parameter	Testmetode	Krav
Største steinstørrelse i tilslaget	NS-EN 933-1	2,0 mm
Trykkstyrke etter 28 døgns lagring	NS-EN 12390-3	Min. 45 MPa Ingen enkeltverdi under 35 MPa
Indirekte strekkstyrke	NS-EN 13286-42	Min. 6 MPa
Hefstyrke, ved fabrikk	NS-EN 1015-12	Min. $\geq 1,5$ MPa Alle enkeltverdier $\geq 1,2$ MPa
Hefstyrke, utført	NS-EN 1015-12	Enkeltverdier $\geq 0,8$ MPa
Frostbestandighet	NS-EN 1367-1	Reduksjon i trykkfasthet etter 20 frostvekslinger: Maks. 10 % som gjennomsnitt av 6 prøver
Bestandighet overfor klorider	CEN-TS 12390-11	

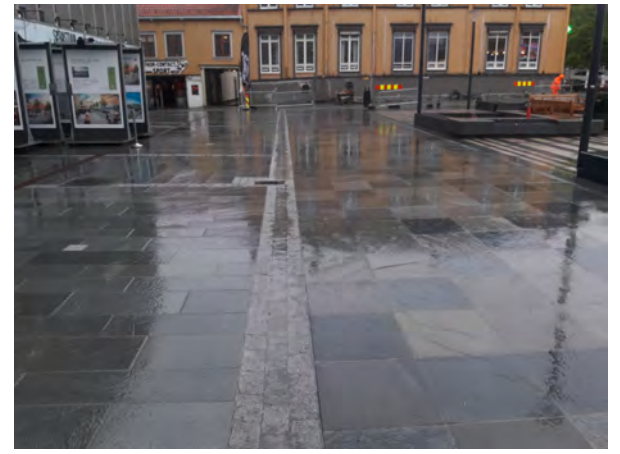
## Eksempler utført med BETO naturSYSTEMET



Bære- og settelag med BETO naturSETTE-D, fuget med BETO naturFUG



Bærelag av drensbetong, settelag med BETO naturSETTE-D, fuget med BETO naturFUG



Bære- og settelag med BETO naturSETTE-D, fuget med BETO naturFUG



Bærelag av drensbetong, settelag med BETO naturSETTE-D, fuget med BETO naturFUG

