

-Teknisk informasjon

**i forbindelse med oppgradert komplett systempakke
fra Betomur AS**



Kompakte natursteinsdekker



*Bildene er fra testing
av de nye produktene
i naturSYSTEMET*

B E T O  **Komplett
SYSTEM**

Teknisk beskrivelse.

En ofte benyttet måte å legge naturstein på i dag er å legge den på komprimerte løsmasser og benytte korning som fugeløsning – fordi det gir lave investeringskostnader. Dette benevnes som en dynamisk løsning.

Avhengig av trafikkbelastning, punktbelastning, krav til vedlikehold og estetikk kan imidlertid dynamiske løsninger gi høye og kontinuerlige vedlikeholdskostnader.

Derfor introduserer Betomur flere produkter for kompakte natursteinsdekker – bedre og billigere enn å legge naturstein på komprimerte løsmasser.
– En kompakt løsning.

Informasjonen gitt i denne brosjyren er ikke ment å være teoretisk helt korrekt, men et hjelpemiddel for å vise hvilke konsekvenser det gir for resultatet ved å forandre noen av parameterne.

Informasjonen er basert på internasjonale standarder og erfaringer fra flere land, og bør sees i sammenheng med Betomurs systembrosjyre "Systemer for natursteinsdekker – veileder..."

Belastninger

Følgende punktlaster anvendes for å dimensjonere et natursteinsdekke:

- 14 kN for arealer som utsettes sporadisk for store laster eller liten belastning
- 25 kN for gate og vei – Stor belastning
- 50 kN når tvillinghjul regnes som en punktlast. Dette gjelder bare når dekket dimensjoneres som en kontinuerlig plate på fleksibelt underlag.

Nødvendige egenskaper for fugemørtler

Variasjonene i egenskapene for naturstein er stor. Dette stemmer godt med materialdata for naturstein, publisert av Sintef.

(Kilde tabeller; Sintef).

Bøyestrekfasthet (N/mm ²)	Meget Lav	Lav	Middels	Høy	Meget høy
STEINTYPE:	<5	<5	10 – 15	15 – 20	>20
Sandstein					
Kalkstein					
Leirskifer					
Marmor					
Fyllitt, glimmerskifer					
Kvartsskifer					
Serpentinitt					
Kleberstein					
Gneis					
Granitter o.l.					
Larvikitt					
Gabbro, dioritt, diabas, etc.					

Termisk utvidelseskoeffisient (x10 ⁻⁶ °C ⁻¹)	Meget Lav	Lav	Middels	Høy	Meget høy
STEINTYPE:	<5	<5	10 – 15	15 – 20	>20
Sandstein					
Kalkstein					
Leirskifer					
Marmor					
Fyllitt, glimmerskifer					
Kvartsskifer					
Serpentinitt					
Kleberstein					
Gneis					
Granitter o.l.					
Larvikitt					
Gabbro, dioritt, diabas, etc.					

Internasjonalt anvendes en bøyestrekstyrke for naturstein på 6 N/mm² for å dimensjonere steinen.

For at et dekke av naturstein skal fungere som en plate må fugemassen minimum ha en dimensjonerende bøyestrekstyrke på 6 N/mm². Det er da tatt hensyn til relevante sikkerhetsfaktorer. BETO naturFUG og Flowpoint tilfredsstillende disse kravene.

For at de største punktlastene skal kunne overføres fra én stein til den neste bør skjærkapasiteten i flaten fugemørtel/stein være over 1 N/mm²

Trykkstyrken bør være over 35 N/mm² for å oppnå tilfredsstillende slitestyrke. Høyere trykk kan anvendes, men det gir ikke høyere slitestyrke. Det er dokumentert i mange tester med rullende hjul (standard tester for industrigulv) at for høy styrke gir et sprøere produkt.

Følgende sikkerhetsfaktorer er benyttet:

Langtidsbelastninger	0,80
Utmatting	0,65
Skjær, trykk og bøyning samtidig	0,80

Skjærkraften mellom to brosteiner er testet etter NS-EN 1052-3 og er 1,25 N/mm² for naturFUG, og 0,25 N/mm² for naturFUG - DW

BETO naturFUG-produktene kan overføre følgende laster til neste stein når vanlig brostein (100*100*100 mm) og sikkerhetsfaktor for utmating (stor trafikk belastning) anvendes:

BETO naturFUG eller Flowpoint: $1,25 \cdot 0,65 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 4 = 32\ 500\ \text{N} = 3,25\ \text{tonn}$

BETO fug DW (permeabel fugemasse): $0,25 \cdot 0,65 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 4 = 6\ 500\ \text{N} = 0,65\ \text{tonn}$

Vanlig trafikkbelastning vil bestandig kunne overføres fra en stein til den neste når naturFUG eller Flowpoint anvendes.

Permeable fugemasser er enten basert på epoksy eller PU, og erfaringer samt ovenfor kalkulererte verdi for last-overføring viser at heften mellom fugemassen og små brostein slipper med tiden når den anvendes i sterkt trafikkerte områder. Permeable løsninger kan anvendes når trafikkbelastningen er liten. Hovedsakelig bør dekket dimensjonere slik at hver stein bærer hele lasten.



Ekspansjonsfuger (Exp-fuger)

Den styrende parameter for fuger er den termiske utvidelsen av steinen. Utvidelseskoeffisientene varierer fra steintype til steintype. Lengdeforandringen pr. meter kan beregnes slik:

$$\Delta l = \Delta t \cdot K \cdot 10^{-6}$$

(Δl = utvidelsen per meter og Δt = temperatur økning eller reduksjon)

Basert på materieldata publisert av Sintef vil K variere mellom 5 og 13. I vårt eksempel anvender vi den konservative verdien 13.

Hvis vi forutsetter at temperaturen kan økes med +30 °C i solen om sommeren sammenlignet med den dagen dekket ble lagt, og til -30 °C om vinteren gir dette en temperaturforandring på +/- 0,39‰ (ekspansjon og kontraksjon). Dette tilsvarer en utvidelse evt. sammentrekning på 8mm for en plate på 20m. Den gitte verdien baserer seg på ingen motstand mot lengderetningene fra underlaget, samt en meget konservativ K-verdi. Hva som benyttes må vurderes i hvert enkelt tilfelle, men en praktisk totalverdi kan være 4mm. For dimensjonering av fugen må vi regne en bevegelse av dekket på +/-2mm (forutsatt fuge i hver ende).

Svinnet av settemørtlene og bærelaget vil spille lite inn, siden steinens trykkstyrke hindrer toppsjiktet å trekke seg sammen. Det er imidlertid viktig å velge et fugemønster basert på de termiske bevegelsene, fordi ved kombinerte sette- og bærelag vil tykkelsen bli så stor at riss vil dannes i bunnen.

Fuger må plasseres der det er naturlig for utformingen av dekket, men fortrinnsvis ikke med lengre innbyrdes avstand enn ca. 20m.

På steder med Exp-fuger så må bærelaget kunne følge natursteinsbelegget. Det betyr bl.a. der hvor det benyttes armering så må ikke den bli gjennomgående over fugen. Eventuelt kan det benyttes dybler.

Følgende fugeutforming kan velges:

- **Fugen står åpen v/ Kompakt settemasse:**
Denne løsningen krever at det vannet som kommer ned i fugen blir drenert bort fra belegget, ellers vil det kunne oppstå frostskafer. En åpen fuge vil dessuten samle skitt og etter hvert gi grobunn for gress og mose. Denne må derfor renskes med jevne mellomrom.
- **Fugen står åpen v/Dynamisk settemasse:**
Fugebunnen styrkes ved å fylle kompakt fugemasse (Flowpoint eller naturFUG) opp til 10% av fugehøyden. Dette vil stabilisere den dynamiske settemassen slik at ikke kostebiler og spyling, så lett fjerner den dynamiske settemassen. Samtidig så er denne fugebunnen «så svak» at den vil gi etter og tillate belegget å bevege seg. NB! Denne løsningen forutsetter at belegget ellers er fuget forskriftsmessig med de nevnte fugemassene.
- **En kan velge å ikke legge inn Exp-fuger i «feltet»**
(Men man må alltid ha fuger mot penetrerende konstruksjoner!).
Ofte vil dette fungere bra fordi det viser seg at behov for Exp-fuger i feltet ikke er så stort som forventet. Men en risikerer å få «ukontrollerte» sprekker og eventuelt løse og skadede steiner.
- **Tett Exp-fuger med Elastisk fugemasse.**
Til slike fuger benyttes som oftest ulike Polyurethan masser. De må dimensjoneres og konstrueres riktig for at de skal fungere. Erfaringen er at denne type fuger har en begrenset holdbarhet, anslagsvis 2-5 år.

Ta kontakt med Betomur for å få de rette anbefalingene.

Elastisk fuge

Fugeutforming:

- | | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| a) Fuge <20 mm bredde: | Fugedybde: Fugebredde/5 + 5 mm ± 2mm |
| b) Fuger >20 mm bredde: | Fugedybde: Fugebredde/5 + 4 mm ± 2mm |

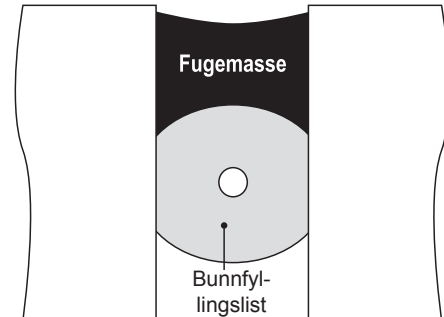
Fugedybde måles på midten av fugen.

De fysiske lovene krever:

Elastiske fuger skal ha lik utforming i hele fugelengden.

Det betyr lik dybde og bredde.

Variasjon vil medføre at fugemassen revner.



Exp-fuger skal alltid plasseres slik at bevegelsen foregår på tvers av fugen.

Det betyr at fugen må gå i en rett linje og ikke følge et «sikk-sakk» mønster som en har når steinen legges i forband. Fugen skal kun hefte på de vertikale sidene, ingen heft i bunn og fortrinnsvis være tynnere på midten.

For å oppnå best heft for fugemassen, så må det benyttes en primer (konferer leverandørens anbefalinger)

Vær oppmerksom på at leverandørene av Elastiske fugemasser oppgir ofte to parametre på hva fugemassen kan tåle av bevegelse:

Brudd last: f.eks kan det være 500%. Det betyr at strekkes fugen 500%, så ryker den!!

Bevegelseskapasiteten i den elastiske fugemassen er normalt 10 – 25%.

For natursteinsbelegg bør en ikke dimensjonere fugen for mer enn 10% bevegelse.

Det betyr at en fuge på 10mm kun kan ta 1 mm ekspansjon/kontraksjon!



*Ekspansjonsfuge.
Korrekt lagt i rett linje
gjennom belegget.*



*Korning
i ekspansjonsfugen.*



*Åpen
ekspansjonsfuge.*

Dimensjonering av dekket

For å dimensjonere et natursteinsdekke på et fleksibelt (Dynamisk) underlag kan følgende formel anvendes for å bestemme nødvendig tykkelse.

$$t = \sqrt{3 \cdot l \cdot P / (2 \cdot b \cdot \sigma)}$$

σ = er bøyestrekstyrken i N/mm² (Korrigert for sikkerhetsfaktor – se side 5)

P er punktlasten i N

b er bredden i mm

l er lengden i mm

Bøyestrekstyrken for naturstein og fugemørtel er tilnærmet den samme, slik at platene kan dimensjoneres som plate på fleksibelt underlag.

I regneeksempelet herunder er det forutsatt følgende format på steinen:

800 mm * 480 mm * X mm (l*b*t)

Dette gir følgende platetykkelse: (t)

- A) Her beregner/forutsetter en at hver enkelt stein skal ta hele lasten, dvs. dimensjoneres som enkeltplate. (800 mm * 480 mm).
- B) Her beregnes det med et samvirke mellom to plater (to steiner). Dette fordi en drar nytte av at fugemassen binder de to platene sammen. Antar dermed at arealet som lasten fordeles på er dobbelt så stor som i eksempel A ved dimensjonering 480*2 = 960 mm.

Alternativ	Stor trafikk (0,65) og belastninger	Store belastninger og liten trafikk (0,8)	Liten belastning og trafikk (0,8)
Type A	126 mm	114 mm	85 mm
Type B	90 mm	80 mm	60 mm

Lasten er hentet fra side 4: Stor last 25kN (2,5 tonn) og liten last 14kN (1,4 tonn).

Dersom det er mye tungtransport benyttes en last på 50kN (5 tonn). Da vil lasten fordele seg til 3 plater, og bredden på den platen som dimensjoneres kan settes til 3*480 mm (1440 mm).

Regnestykket over viser at det er mulig å redusere platetykkelsen (steintykkelsen) ved å benytte faste og fylte fuger med Flowpoint eller naturFUG.

Det må vurderes i hvert enkelt tilfelle hva som er praktisk mulig – vanligvis betyr dette platetykkelser mellom 130 mm og 60 mm. Ved dynamiske løsninger anvendes det i dag plater med 200mm tykkelse.

Ovenfor gitte verdier forutsetter at underlaget er fleksibelt (dynamisk) som vist her.

Dersom steinen settes på kompakt sette- og bærelag, så kan tykkelsen i teorien reduseres noe.



BETO naturSETTE-D som bærelag

BETO naturSETTE-D må komprimeres med en lett vibroplate for å oppnå ønsket styrke. Vibrering går på bekostning av dreneringsevnen som reduseres med ca. 50% i forhold til om den anvendes som ren settemørtel, men dette betyr i praksis lite.

I henhold til tester gjort og publisert av Sintef Byggforsk kan gjennomtrykk av plate på fleksibelt underlag, kan maks skjærspenning beregnes etter følgende formel:

$$\tau = (0,2 + p f_y) * \sqrt{f_{ck}}$$

τ = Skjærspenning

p = Areal av armeringen som passerer bruddflaten

f_y = Flytespenningen av armeringsstålet

f_{ck} = Trykkstyrke betongen

Det er forutsatt at mottrykket er minimalt. Dette er en meget konservativ antagelse. Bærelaget armeres vanligvis ikke.

Forutsetninger:

- Med utgangspunkt i vanlig brostein vil lasten fordele seg på 4 steiner (konservativ antagelse).
- Lasten er plassert på kanten av en fuge eller "sprekk", og helt på kanten av bærelaget. 1/4 kjegle som bruddflate og trykkstyrke 30 N/mm².
- Det forutsettes et minimalt mottrykk ved brudd, og ingen armering.
- Utmatting 0,65
- Skjær, trykk og bøyning samtidig 0,80

$$\tau = 0,2 * \sqrt{f_{ck}} = 0,2 \sqrt{30} = 1,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Stor trafikk (utmatting)} = 1,1 * 0,65 = 0,72 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Liten trafikk} = 1,1 * 0,80 = 0,88 \text{ N/mm}^2$$

Under disse forutsetninger kan et 100 mm bærelag av naturSETTE-D motstå følgende laster:

Stor trafikk	ca. 40kN (4 tonn)
Liten trafikk	ca. 50kN (5 tonn)

Dette betyr at et bærelag med 100 mm tykkelse kan anvendes i de fleste tilfeller. Praktiske erfaringer og type forsterkningslag anvendt i de forskjellige tilfellene må vurderes. Det kan hende det er riktig å øke tykkelsen noe ved stor trafikk og punktlaster. Dette gjelder når forsterkningslaget er dynamisk.

Disse tykkelsene stemmer bra med de verdier som er gitt i forskjellige normer for drenerende betong eller valsebetong, deriblant Håndbok 018 fra Statens Veivesen.

TOTALOVERSIKT BETO-PRODUKTER FOR SETTING AV NATURSTEIN

Alle verdier baserer seg på 20°C i underlag og luft.

Produkt:	Bruksområde(r):	Beregnet trafikk-belastning:	Dynamisk setting:	Kompakt setting:	Benyttes innenfor følgende dim:	Permeabilitet:
BETO naturSETTE-D	Kan med fordel benyttes til bære- og settelag, både Kompakt, permeable- og Kompakte ikke-permeable installasjoner.	Kjøreareal, offentlig	Ikke relevant	Ja	Settelag:30 - 80mm og Bærelag 80 - 150mm	Ja
BETO naturSETTE	Installasjoner med Kompakt setting på betong, drengsalfalt eller naturSETTE-D. Benyttes som heftslemme ved setting på betongsåle.	Kjøreareal, offentlig	Ikke relevant	Ja	Settelag:10 - 80mm	Nei
BETO naturFUG	Enkel og rask fugeprosess. Lett å vaske steinen ren.	Kjøreareal, offentlig	Ja	Ja	B = 5 - 50 mm, D = 200mm	Nei
UktraCrete Flowpoint	Enkel og rask fugeprosess. Lett å vaske steinen ren.	Kjøreareal, offentlig	Ja	Ja	B = 5 - 50 mm, D = 200mm	Nei
BETO naturHEFT	For liming og mørtling av naturstein på faste, bæredyktige horisontale underlag.	Gangtrafikk	Ikke relevant	Ja	Limfuge: 5- 25mm	Nei
BETO naturSteinkleber	For liming og mørtling av naturstein på faste, bæredyktige horisontale og vertikale underlag. Må IKKE benyttes i konstruksjoner med permanent vann-metning.	Gangtrafikk	Ikke relevant	Ja	Limfuge: 3 - 30mm	Nei
BETO fug DW	Polyurethan-basert fugemørtel for naturstein	Lett til middels biltrafikk, offentlig	Ikke anbefalt	Ja	B = 3 - 15mm, D=30mm	Ja
BETO fug DR	Epoxy-basert fugemørtel for naturstein	Lett til middels biltrafikk, offentlig	Ikke anbefalt	Ja	B = >3mm D = >30mm	Ja
BETO fug DRE1	Bindemiddel for fugesand, svært robust. For natur- og betongstein.	Lett biltrafikk	Ja	Ikke relevant	B = ≥ 5mm, D = ≥ 30mm	Ja
BETO fug DRE2	Dekorfugesand med bindemiddel, svært robust. For natur- og betongstein.	Lett biltrafikk	Ja	Ikke relevant	B = ≥ 5mm, D = ≥ 30mm	Ja

Med naturSYSTEMET fra Betomur kan arbeidet gå nærmest "vått i vått".



Heft/Skjærestyrke:	Bøyestrek styrke:	Brukstid:	Kan belastes (lett) for videre installasjon:	Kan belastes med lett* trafikk:	Trykkfasthet etter 28 døgn:	Liter pr. spann/sekk	Emballasje
ikke relevant	4 - 8 N/mm ²	2 timer	Umiddelbart for fuging (vått i vått)	24 timer Etter fuging	15 – 40 N/mm ²	Ca. 540 - 455 L	BigBag 1000 kg
1,5 N/mm ²	>7 N/mm ²	2 timer	Umiddelbart for fuging (vått i vått)	12 timer Etter fuging	>45 N/mm ²	Ca. 12,5 L	25kg sekk
Skjær: 1,3 N/mm ² Heft: >1,6 N/mm ²	>6 N/mm ²	40 min.	2 timer	12 timer	>40 N/mm ²	Ca. 12,5 L	25kg sekk
>1,5 N/mm ²	7,1 N/mm ²	10 min.	1 time	4 timer	49 N/mm ²	Ca. 13,9 L	25kg sekk
1,5 N/mm ²	>6 N/mm ²	Ca. 1 time	12 timer	12 timer	>30 N/mm ²	Ca. 13 L	25kg sekk
>1,5 N/mm ²	>7 N/mm ²	Ca. 1 time	3 timer	6 timer	44 N/mm ²	Ca. 12,5 L	25kg sekk
0,3 N/mm ²	6 N/mm ²	2 timer	1 dag	7 døgn	14 N/mm ²	22 L	25kg sekk
–	7,9 N/mm ²	20 min.	6 timer	24 timer	16,6 N/mm ²	Ca. 14 L	20kg spann
–	3,6 N/mm ²	30 min.	24 timer	6 døgn	5,9 N/mm ²	–	1kg flaske
–	3,6 N/mm ²	30 min.	24 timer	6 døgn	5,9 N/mm ²	Ca. 13 L	20kg spann

* Lett trafikk: Bla.a. ikke punktlast, vridning eller tunge kjøretøy.





Det handler om å være forberedt! Belegget er tilrettelagt for lette trafikanter, men innimellom kommer tungransport på besøk.

Betomur har i nærmere 30 år arbeidet med å utvikle systemer og løsninger for legging og reparasjon av dekker og belegning av alt fra offentlig vei med stor trafikkbelastning, til gang- og kjøreveier for boligsameier og privatboliger.

Våre prosjektledere arbeider tett med konsulenter, kommuner, landskapsarkitekter, murmestere, anleggsgartnere og entreprenører med ansvar for legging og vedlikehold av asfalt og naturstein over hele landet.

– Du når oss enkelt på telefon 55 59 44 52 eller via firmapost@betomur.no

BETOMUR • DIGI • 0352_03_2014 (Rev.30.01.2015)

BETOMUR AS • Minde Allè 35 • N-5068 Bergen • Telefon: +47 55 59 44 50 • Telefaks: +47 55 59 44 60 • E-mail: firmapost@betomur.no
– Forhandleren for fagfolk! Profesjonelle produkter, kompetanseløsninger og verktøy for: VEI • VANNTETTING • BETONG, MUR- OG FASADE • BYGGEVARER

www.betomur.no