



## Hållbarhet

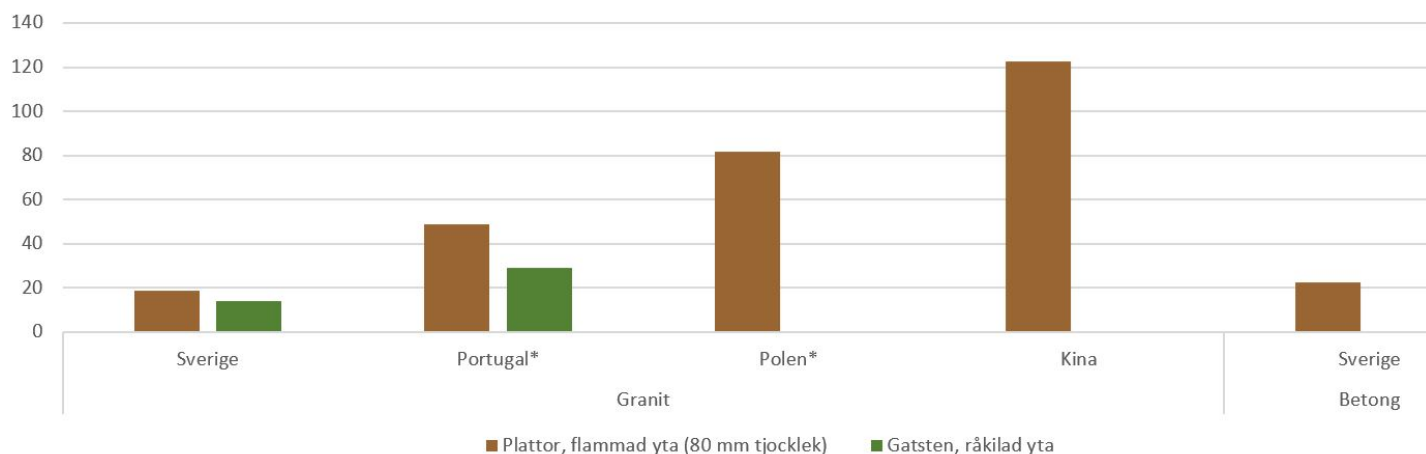
Vi gör Sverige hållbart vackert. För att underlätta jämförelser med CO2-utsläpp med andra material har vi tagit fram en EPD (Environment Product Declaration). Utifrån den kan vi också se vilken del av vår produktion som ger mest utsläpp och var vi ska lägga fokus i vårt hållbarhetsarbete.

## Jämförelser vid tillverkning

När vi jämför olika byggnadsprodukter visar det sig att natursten har en avsevärt mindre miljöpåverkan mätt i CO2 utsläpp än alternativen. Här har vi sammanställt värden från existerande miljövarudeklarationer (EPD rapporter) för att tydliggöra den faktiska klimatpåverkan som de olika materialen har. Värdet benämns Global Warming Potential (GWP) och anges i kg CO2 ekvivalenter för en redovisad enhet.

Svensk natursten är det mest hållbara alternativet för markbeläggning jämfört med importerad natursten och markbetong. Resultaten i grafen nedan visar att den så kallade primärenergien vid tillverkning och transport får ett stort genomslag när man sammanställer den totala energiåtgången innan stenen hamnar på plats. Primärenergi är numera det gängse sättet att redovisa energi. 1 kilowattimme el motsvaras inte av samma mängd primärenergi i Kina som i Norden. I Kina dominerar kolkraft, medan andra energikällor med högre verkningsgrad, som vatten- vind- och kärnkraft används i Norden. I grafen nedan har vi räknat med att en m<sup>2</sup> produceras på samma sätt i andra länder. En bestämd koefficient säger då hur mycket elproduktionen skiljer mellan olika länder. Det mest klimatneutrala är givetvis att natursten som används i Skandinavien även ska brytas här. Det medför betydligt lägre transportrelaterade utsläpp och säkerställer att arbetsmiljön är god och att brytningen genomförs på ett hållbart sätt.

Marksten, CO2-påverkan (kg/m<sup>2</sup>) vid tillverkning

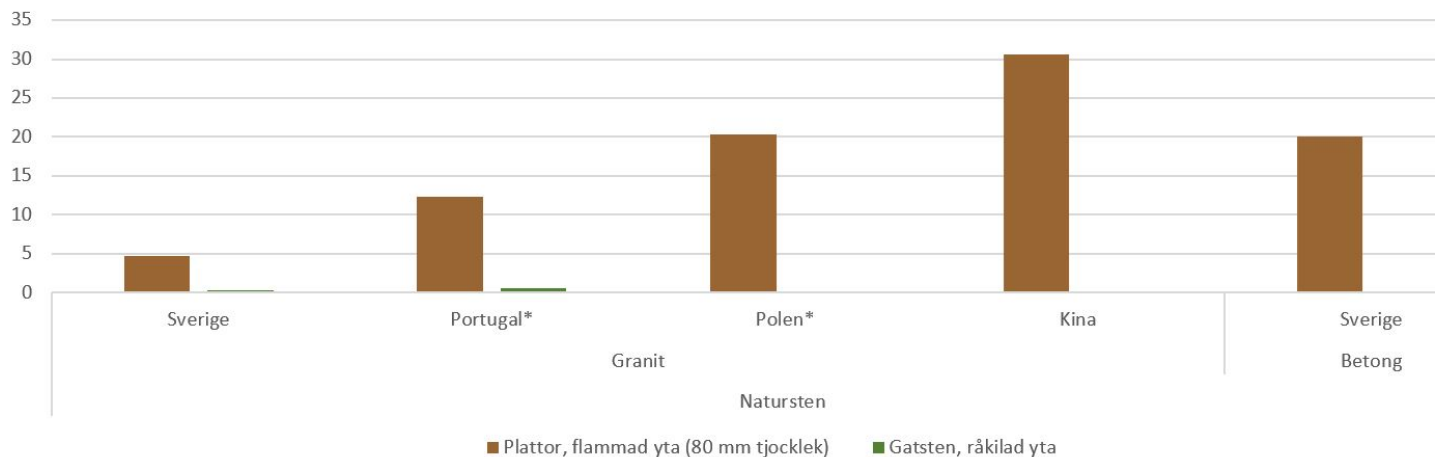


\*Det är vanligt att plattor som är tillverkade i Portugal och Polen består av sten bruten i Sverige. Det är den CO2-påverkan som visas i staplarna.

## Jämförelser med hänsyn till livslängd

En viktig parameter i analysen av produkters CO<sub>2</sub>-belastning är livslängden. En beläggning av natursten eller markbetong monteras och får ligga ett antal år. Realistiskt beräknas en torgyta ligga i 30 år. När den läggs om eller ändras kan ytbeläggningsmaterialet återanvändas i väldigt varierande grad. Gat- och kantsten av granit av hög kvalitet är i det närmaste outslitlig med en beräknad livslängd på minst 180 år. Sett över en livscykel kan även importerad natursten ha en lägre klimatpåverkan än till exempel betong.

Marksten, CO<sub>2</sub>-påverkan (kg/m<sup>2</sup>) under sin livslängd



\*Det är vanligt att plattor som är tillverkade i Portugal och Polen består av sten bruten i Sverige. Det är den CO<sub>2</sub>-påverkan som visas i staplarna.



## Förfrågningsunderlag

Nedan följer Administrativa föreskrifter (AF) och Teknisk beskrivning som ska ses som en vägledning för att föreskrivare och beställare ska säkerställa att de får den vara som beställts.

## Administrativa föreskrifter (AF)

### Exempel på AF

#### **AFC.2 för utförandeentr. / AFD.2 för totalentr.**

Om kvalitetsangivelse saknas för visst arbete, skall beställarens anvisningar inhämtas. Om i beskrivningen eller på ritningar föreskrivs namngiven vara, får entreprenören efter beställarens skriftliga medgivande utbyta denna mot annan fullt likvärdig vara. Där byte sker skall kvalitets-, miljö- och ekonomiska aspekter ur ett livscykelperspektiv samt funktion, prestanda, storlek och vid synlig förläggning formspråk, struktur, textur och kulör vara likvärdiga.

Följande kvalitetsangivelser ska gälla:

1. Den petrografiska sammansättningen skall vara likvärdig.
2. Kornstorlek, jämnhet i storlek, skall vara likvärdig.
3. Stenen skall vara testad av ackrediterat institut enligt europeisk standard och vara CE-märkt.
4. Stenen skall vara spårbar. Detta innebär att man skall ange det officiella namnet på stenen samt brottets placering via koordinater.

Beställaren förbehåller sig rätten att bedöma alternativens likvärdighet.

## Teknisk beskrivning

### Text för exempelprodukt

#### **DCG.12 – Beläggning av naturstensplattor**

Beläggningar ska utföras med föreskrivna eller likvärdiga stensorter. Prövning av likvärdighet sker i sammanhang beskrivet under AFC.2/AFD.2. De ska uppfylla krav enligt SS-EN 1341:2012, toleransklass 2, där inte annat anges.

Stensort: Grå Bjärlövsgranit eller likvärdig. Leverantör Naturstenskompaniet

Dimensioner: Fallande längd x 300 x 80 mm

Tekniska egenskaper: Minst motsvarande Grå Bjärlövsgranit enligt CE-märkning.

Ytbearbetning: Flammad med dövade kanter

Konstruktion: Halvelastiskt slitlager på obundet bärlager

Trafikklass: 1

Fogbredd: 6 ± 3 mm

Fogmaterial: Stenmjöl 0-4 mm



## Specifikationer

Hällens specifikationer hänger ihop med belägningens förväntade belastning. Är det ett gångstråk eller en tungt trafikerad väg? Här är det viktigt att stämma av mot AMA DCG.12 och Svensk Standard SS-EN 1341:2012.

## Dimensioner

För att välja rätt dimensioner är det viktigt att tänka på förväntad trafikbelastning, marköverbyggnaden och om hällen ska läggas i sand eller bruk.

Hällar levereras i den bredd och längd som önskas. Tjockleken anges antingen med nominellt mått (t.ex. 40 mm), eller inom en intervall där tjockleken varierar (t.ex. 40-80 mm). För beläggningar utomhus tillverkas naturstenschällarna oftast i tjocklek 30 mm och uppåt.

Hällarna ska ha en area på minst 0,1 m<sup>2</sup>. Endast i undantagsfall, eller som passbit mot en annan anläggning, får den vara mindre.

Vanliga dimensioner (mm)				
	Längd	Bredd	Andra vanliga format	Tjocklek
Standardformat	Fallande längder <sup>1</sup>	300, 400	300×300, 400×400	40, 60, 80, 100
Maxformat	3000	1000		120 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> 1,5-3 gånger breddmättet. För mer information, se [mönster](#).

<sup>2</sup> Vilken tjocklek som krävs beror på format och materialets böjhållfasthet. En tjocklek överstigande 120 mm krävs endast vid extrema format, eller för material med mycket låg böjhållfasthet.

Dimensioner för oregelbundna hällar		
	Storlek (antal/kvm)	Tjocklek (mm)
Stora hällar	1-3	40, 60, 80, 100
Mindre hällar	3-8	40, 60, 80, 100



## Tjockleksberäkning

Dimensionering av hällen utgår från vilken trafikklass som slitlagret kommer att utsättas för. Kvadratiska format har högre böjhållfasthet än rektangulära. Ju långsmalare häll desto lägre böjhållfasthet. Beroende på längd och breddförhållandet samt tillämpad trafikklass fastställs hällens tjocklek beroende på materialets böjhållfasthet.

Här finns en förenklad funktion för att räkna ut vilken tjocklek som krävs för hällar av olika material:

### Uträkning av tjocklek för hällar

Böjhållfasthet

Brottslast

Bredd

Längd \*  \* För fallande längder räknas längden som 3 gånger bredden.

Teoretisk tjocklek

Rekommenderad tjocklek: **0 mm**

$$t = \sqrt{\frac{1500 \times P \times L \times F_s}{W \times R_f}}$$

Bakgrunden till uträkningen av hällens tjocklek (t) finns i denna formel:

P= Brottslast enligt trafikklass

Trafikklass	Beskrivning (exempel)	Antal standardaxlar	Brottslast kN
G	Entrégång, uteplats, lekytor innergård utan trafik.	0	3,5
GC	Gång- och cykelväg med enstaka lätta fordon, garageinfart.	0	6
0	Lågtrafikerade ytor, som gång- och cykelvägar eller parkeringsplatser. <50.000		9
1	Brandväg, torgytor m.m.	50.000-<500.000	14
2	Gator/vägar	500.000-1.000.000	25

Definition enligt Svensk Markbetong 2002

L= Längd

F<sub>s</sub>= Säkerhetsfaktor 1,6. Senare standard SS-EN 1341:2012 har andra värden men erfarenhet indikerar att säkerhetsfaktor 1,6 är tillräcklig.

W= Bredd

R<sub>f</sub>= Böjhållfasthet, lägsta förväntade värde (för Grå Bjärlövsgranit 15,9 MPa)



## **Vikt**

Hällar av Grå Bjärlövsgranit, 80 mm tjocklek: 220 kg/m<sup>2</sup> (2640 kg/m<sup>3</sup>)

Densiteten hos granit varierar mellan 2500 och 3000 kg/m<sup>3</sup>

## Toleranser

Svensk standard, SS-EN 1341:2012, sätter krav på de tillverknings toleranser och provningsmetoder som finns för hällar till markbeläggningar. Tillverknings toleranserna anges i två olika klasser där klass 1 är vidare och klass 2 är snävare.

SS-EN 1341:2012 listar vilka avvikelser som får förekomma vad gäller planmått (längd och bredd), diagonalmått (skillnaden mellan hällens båda diagonaler), tjocklek, planhet och kantrakhet.

### Rekommenderade dimensionstoleranser för hällar enligt SS-EN 1341, klass 2

#### Tillåten avvikelse från längd och bredd

Sågad sida	± 2 mm
Kilad/klippt sida	± 10 mm

#### Skillnad mellan överytans två diagonaler

Sågade sidor	3 mm
Kilade/klippta sidor	10 mm

#### Tillåten avvikelse i tjocklek

Tjocklek ≤ 30 mm	± 10 %
31 mm – 80 mm	± 3 mm
Tjocklek > 80 mm	± 4 mm

#### Tillåten avvikelse från kantrakhet

	Finbearbetad yta <sup>1</sup>	Grovbearbetad yta <sup>2</sup>
Längsta raka kant 0,5 m	± 2 mm	± 3 mm
Längsta raka kant 1 m	± 3 mm	± 4 mm
Längsta raka kant 1,5 m	± 4 mm	± 6 mm

#### Tillåten avvikelse i jämnhet för överytan

	Max konvex avvikelse		Max konkav avvikelse	
	Finbearbetad	Grovbearbetad	Finbearbetad	Grovbearbetad
Mätlängd 300 mm	2 mm	3 mm	1 mm	2 mm
Mätlängd 500 mm	3 mm	4 mm	2 mm	3 mm
Mätlängd 800 mm	4 mm	5 mm	3 mm	4 mm

<sup>1</sup> Till finbearbetad yta räknas flammad och krysshamrad bearbetning.

<sup>2</sup> Grovbearbetad yta är grövre ytor, t.ex. råkilad yta.



## Prisexempel

Vi säljer våra produkter via monterande företag och återförsäljare. Nedanstående priser ska ses som exempel. För priser till projekt, kontakta oss så lämnar vi offert.

### **Prisexempel för trafikclass 1 (Brandväg, torgytor m.m.)**

Hällar av Grå Bjärlövsgranit, flammad. Fallande längder, bredd 300 mm, tjocklek 80 mm.

Rekommenderat pris till konsument: ca 2500 kr/m<sup>2</sup> exkl. moms.

### **Prisexempel för trafikclass G (Entrégång, uteplats, innergård utan trafik)**

Hällar av Grå Bjärlövsgranit, flammad. Fallande längder, bredd 300 mm, tjocklek 40 mm.

Rekommenderat pris till konsument: ca 1750 kr/m<sup>2</sup> exkl. moms.

Priserna skall endast ses som vägledande och varierar beroende på material, format, bearbetning och antal m<sup>2</sup>.

## Mönster

Med naturstenshällar kan en markyta utformas till en strikt och neutral yta genom att använda hällar av samma stensort, samma ytbearbetning och format. Önskas en mer variationsrik yta kan den skapas genom att använda hällar med varierande format, olika stensorter och/eller ytbearbetningar. Kvadratiske hällar kan läggas i schackmönster genom att blanda olika stensorter. Kvadratiske och rektangulära hällar kan läggas i förband.

### Beläggning med hällar i fallande längder



Hollandia, flammad

Det vanligaste och mest prisvärda utförandet är hällar i fallande längder. Längden på hällarna varierar slumpvis mellan 1,5 och 3 gånger breddmåtten. När hällarna läggs i fallande längder ska fogförskjutningen vara minst en femtedel av hällens bredd, men allra minst 200 mm.

### Beläggning med hällar i oregelbundna format



Oppdalskiffer, klovyta

Tänk på att beskriva former, storlekar, fogbredder och fogmöten då hällarna sätts till/formas till färdiga format i samband med monteringen.

Hörnens vinklar bör vara större än 45<sup>0</sup>

## Tänk på att:

- Den maximala längden är begränsad för många stensorter.
- Rektangulära (långsmala) hällar tål lägre belastning än kvadratiska och ställer därför höga krav på marköverbyggnadens utförande. Hällens tjocklek dimensioneras utifrån förväntad belastning.
- Hällarnas kanter kan med fördel utföras lätt avfasade/dövade vilket minskar risken för skador vid montering och t.ex. snöröjning.
- Vid beläggning av gångytor kan hällar kombineras med gatsten. Hällens anslutningssida mot gatstenen kan då utföras råkilad eller klippt, det harmoniserar mer med gatstenens råa sida.
- Rännalsplattor för avledning av dagvatten kan tillverkas av samma material och med samma ytbearbetning som hällarna. Rännalens utformning bör diskuteras med oss på Naturstenskompagniet.
- Montering av oregelbundna hällar tar längre tid då hällarna sätts till/formas till färdiga format i samband med monteringen

## Tillgänglighetsanpassning



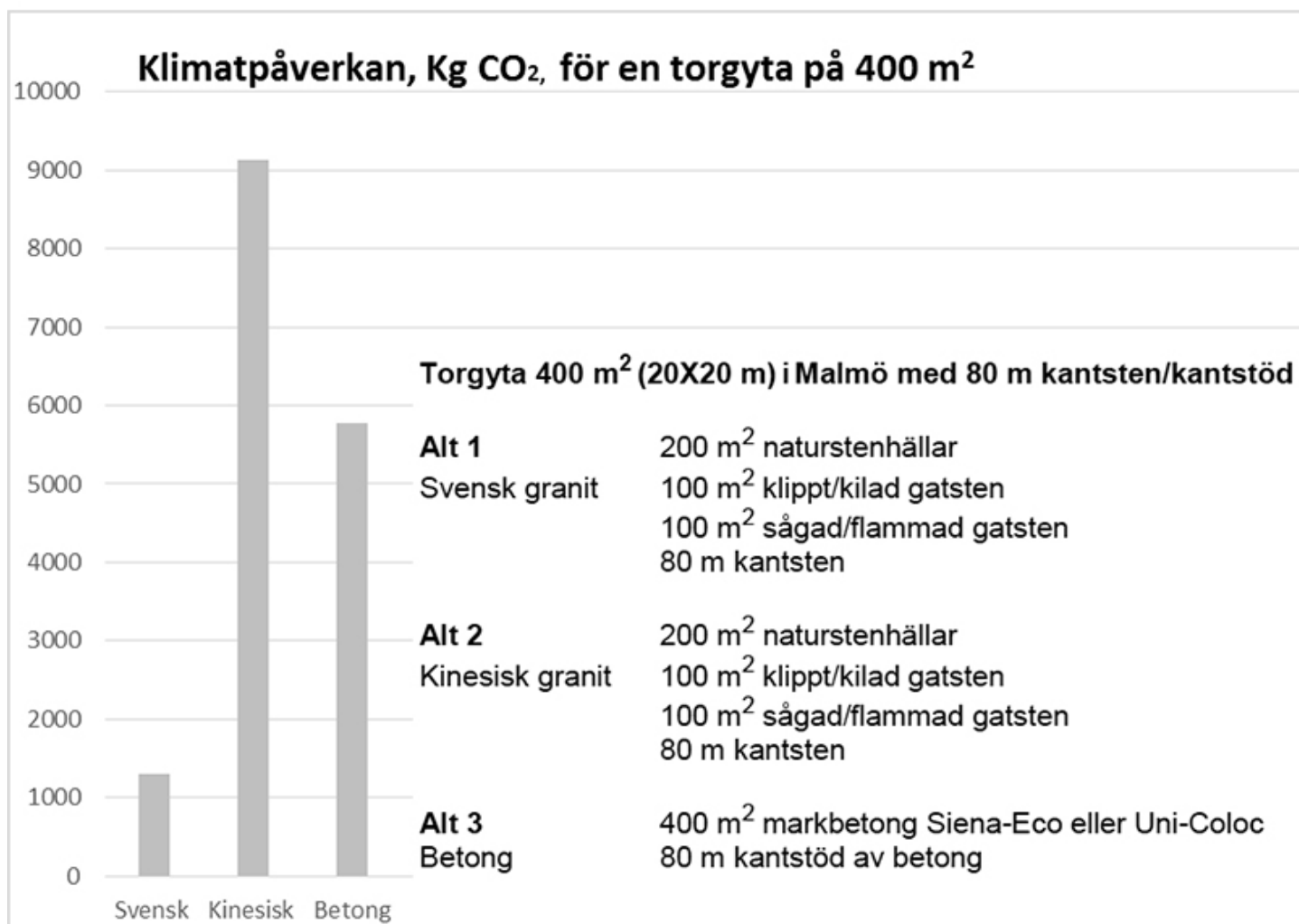
### Kupol- och sinushällar

Allmänna platser ska vara tillgängliga för personer med funktionsnedsättningar vilket ställer krav på olika typer av tillgänglighetsanpassning. Både taktila och visuella lösningar förekommer beroende på platsens utformning. Taktila lösningar utförs oftast som ledstråk och stopplattor eller genom att blanda olika ytbearbetningar. Natursten erbjuder många möjliga lösningar som kan anpassas mot lokalt utformade krav.

## Miljöbelastning

Vinnova, som är Sveriges innovationsmyndighet, driver ett projekt kallat Grågröna systemlösningar för hållbara städer. Som en del av projektet har en Livscykelanalys (LCA) tagits fram för att visa den miljöpåverkan produkter av svensk och kinesisk natursten samt betong har.

En enkel sammanfattning av projektets resultat är att svensk natursten ger överlägset lägst klimatpåverkan över tid. Anmärkningsvärt är att betongen och den kinesiska stenen har ca 5, respektive 8 gånger så stora koldioxidutsläpp som den svenska naturstenen.



Eftersom ovanstående diagram visar energiåtgången för ett flertal olika produkter ges en sammanfattad bild av hur energiförbrukningen ser ut för anläggningsprodukter av de olika materialen. I studien visas också resultat produkt för produkt.

Anledningen till att naturstensprodukterna, och då framförallt de svenska produkterna, har så låg miljöpåverkan är att framställningen är energieffektiv jämfört med andra material. Det gäller för sågade hällar, men ännu mer för de råkilade och klippta





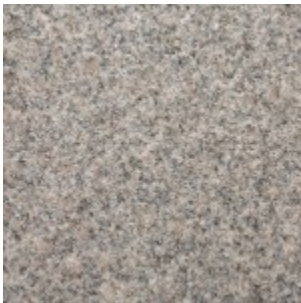
gatstenarna och kantstenarna. Dessutom kan de återanvändas i hög grad, vilket gör att de får en lägre klimatpåverkan över tid. För den klippta gatstenen räknar studien med att 98 % av produkterna kan återanvändas efter 30 års användning.

Läs mer på projektets webbplats: [www.greenurbansystems.eu](http://www.greenurbansystems.eu)

## Material

Granit är ett slitstarkt material som tål det mesta. Kulör och textur varierar mellan olika stensorter och ytbearbetningar. Beroende på miljö och användningsområde är det nödvändigt att ta hänsyn till granitens olika tekniska egenskaper som tryckhållfasthet, böjhållfasthet och vattenabsorption.

## Ytbearbetning



Grå Bjärlövsgranit, flammad

### Flammad yta

Bearbetningen utförs på slätsågade ytor och ger en plan yta som passar bra när stenens textur och naturliga lyster ska bevaras. Ytan är sträv och halksäker och används bland annat till ytor med fordonstrafik, torg, gågator och terasser. Med flammad bearbetning bör ovankanterna dövas, eller få en lätt avfasning, vilket medför att de blir mindre känsliga för utspjälkning, och att ytan blir mer gångvänlig. En häll med flammad översida kan utföras med en råkilad/klippt långsida som anslutningssida mot gatsten eller råkilad blockstensmur.



Grå Bjärlövsgranit,  
krysshamrad

### Krysshamrad yta (även kallad gradad eller gradhuggen)

Bearbetningen utförs på slätsågade ytor och ger en plan yta som är sträv och halksäker och passar bland annat till ytor med fordonstrafik, torg, gågator och terasser. Normalt sågas undersida och sidoytor på granithällar. Med krysshamrad bearbetning bör ovankanterna dövas eller få en lätt avfasning, vilket medför att de blir mindre känsliga för utspjälkning, och att ytan blir mer gångvänlig.

En häll med krysshamrad översida kan utföras med en råkilad/klippt långsida som anslutningskant mot gatsten eller råkilad blockstensmur.

## Tekniska egenskaper

För att bedöma stenens hållbarhet och funktion är det bra att studera referensobjekt där tid och miljö har påverkat den aktuella stensorten. Genom att prova stenens olika egenskaper ges en möjlighet till jämförelse mellan olika material. För de flesta nordiska materialen finns tester utförda av oberoende experter på området. Testerna visar sådant som tryckhållfasthet, böjhållfasthet, vattenabsorption, nötnings- och halkmotstånd. För importerade stenar är det extra viktigt att få en redovisning av dessa egenskaper. Testerna bör vara gjorda av ackrediterat institut och ska vara provade i enlighet med de europeiska EN-normerna.

### Exempel på tekniska egenskaper som har stor betydelse för hällar:

#### Böjhållfasthet

Böjhållfastheten har stor betydelse för plattor med tung trafikbelastning. Långsmala plattor utsätts för större böjpåkänningar vid tung trafik än kvadratiska plattor. Ju längre plattor, desto viktigare är böjhållfastheten.

Plattans hållfasthet ökar med kvadraten på tjockleken. Om tjockleken ökar med 40 %, fördubblas förmågan att stå emot böjpåkänningen.

#### Hårdhet och slitstyrka

De vanligaste granitmaterialen som används för utomhusmiljö har visat sig vara mycket slitstarka, och de är tåliga mot mekanisk påverkan oavsett ytbearbetning. Det är granitens silikatmineral (kvarts och fältspat) som är orsaken till det. Ju mer kvartsinnehåll desto hårdare sten. Beläggningar som är utsatta för hög trafikbelastning visar hur graniten behåller sin ytstruktur och åldras med patina.

#### Vattenabsorption och frostbeständighet

För stenkonstruktioner i utemiljöer med frost och töcykler är det viktigt med frostbeständighet. Både vattenabsorption och frostbeständighet bestäms vid provning. Det finns inget självklart samband mellan vattenabsorption och frostbeständighet men stenens vattenabsorption kan ge en fingervisning om dess frostbeständighet. Understiger den 0,2 viktprocent, vilket gäller för de flesta nordiska graniterna, minimeras risken för frostsprängning. Naturstenen är mycket tätare än till exempel betong och många andra markmaterial.

#### Kemisk resistens, vittring, rost och färgförändring

Stenens kemiska resistens bedöms utifrån dess mineralogiska uppbyggnad. Den kemiska resistensen har stor betydelse om stenen kommer att utsättas för sura medel, tölsalter eller annan kemisk påverkan. Även när det handlar om skötsel och rengöring är den viktig, eftersom den begränsar vilka rengöringsmedel som kan användas. Stensorter inom granitgruppen består bland annat av silikatmineral som är mycket resistent mot sura medel. Det finns dock vissa granitsorter som innehåller mineral som tvärtom inte är syrabeständiga och dessa måste undvikas i vissa miljöer. Är stensortens färg gulaktig innehåller den troligtvis järnmineral där omvandlingen av järnmineralen hos många stensorter inte är helt avslutad varför den kan orsaka färgförändring och vittring. Den mineralogiska sammansättningen fastställs genom petrografisk granskning.

#### Friktion och halksäkerhet



För beläggningar utomhus är friktion och halksäkerhet viktigt. De egenskaperna uppnås genom grova ytbearbetningar.

De friktionsvärden som provas och anges gäller för en ytbearbetning som är finare än den som rekommenderas till trappor. Värdena ger därför inte någon rättvisande bild av halksäkerheten hos den levererade produkten.

Granitens nötningsmotstånd är mycket högt varför det huvudsakligen är på ytor med mycket hög trafikbelastning som stenens grova yta förändras till en finare yta av slitaget. Det höga nötningsmotståndet ger därmed flammade och krysshamrade ytbearbetningar hög halksäkerhet över mycket lång tid.



## **Estetiska egenskaper**

Ytbearbetningen har en betydande påverkan på stenens estetiska egenskaper och karaktär då kulör och textur förändras beroende på bearbetning. Även smuts och nederbörd med sot och andra partiklar förändrar utseendet och patina.

## Kulör- och texturvariation

Granit är samlingsnamnet för granit, gnejs, diabas, syenit, larvikit, gabbro, kvartsit, basalt och vissa andra silikatstenar. Beroende på stensort förekommer olika kulör- och texturvariationer.

### Granit

har oftast ett ganska likartat kornigt mönster som ger ett enhetligt uttryck. Fläckar, ränder och ”dragningar” finns naturligt hos de flesta sorterna, och även så kallade kattränder får förekomma.

### Gnejs

har en slirig stormönstrad struktur och är oftast kraftigt ådrad eller flammig. Variationen i ett projekt kan därför bli mycket stor och kräver särskild uppmärksamhet vid montering.

### Diabas, basalt, gabbro, larvikit och syenit

har ett mycket enhetligt mönster och jämn kulör.

### Kvartsit

är en jämnkornig, metamorf bergart, omvandlad från sandsten, vanligtvis vit eller grå till färgen och består huvudsakligen av kvarts.

## Tips vid beställning:

- Var tydlig med stensortens benämning och ytbearbetning. Slå fast vilka kulör- och textur variationer som får förekomma med referensprover.
- Kontrollera att stenen kan levereras i önskade dimensioner.
- Hänvisa till likvärdiga referensobjekt.
- Prover från en leverantör kan inte användas som referens vid beställning hos en annan på grund av variationsrikedomen.
- Se [Inspiration](#), där visas materialet i referensprojekt.



## **Konstruktion**

Vid val av konstruktion ska hänsyn tas till vilken funktion och trafikbelastning som hållar och marköverbyggnad ska dimensioneras för. Kraven på konstruktion varierar stort mellan gångytor utan fordonstrafik till körbara ytor med tung trafik.





## Konstruktionstyper

Den vanligaste konstruktionen för hållar av granit är *halvelastiskt slitlager på obundet bärlager*. Det är en dränerande konstruktion. Den fungerar bra i alla trafiksituationer förutsatt att marköverbyggnaden som består av förstärknings- och bärlager är korrekt dimensionerad samt att slitlagret som består av granithäll och sättsand dimensioneras och utförs utifrån förväntad trafikklass.

Andra konstruktionstyper är:

- Bundet slitlager på obundet bärlager
- Bundet slitlager, hållar i jordfuktigt bruk, på gjuten betongplatta
- Bundet slitlager, hållar i fästmassa, på gjuten betongplatta

Dessa konstruktioner har mycket begränsad dränerande förmåga och måste utföras med fall.



## Trafikklasser

Trafikklasser indelas enligt ATB Väg och Förenklad trafikklassindelning Svensk Markbetong 2002 i olika klasser beroende på förväntade antalet överfarter av standardaxlar (axeltryck 100 kN):

Trafikklass	Beskrivning (exempel)	Antal standardaxlar	Brottslast kN
G	Entrégång, uteplats, lektyr innergård utan trafik.	0	3,5
GC	Gång- och cykelväg med enstaka lätta fordon, garageinfart.	0	6
0	Lågtrafikerade ytor, som gång- och cykelvägar eller parkeringsplatser. <50.000		9
1	Brandväg, torgytor m.m.	50.000-<500.000	14
2	Gator/vägar	500.000-1.000.000	25

*Definition enligt Svensk Markbetong 2002*

## Beläggning för fordonstrafik

### Halvelastiskt slitlager på obundet bärlager

#### Dimensionering av slitlager

Slitlagret består av naturstenschällar och sätt-/fogsand.

Sätt-/fogsandens kornstorleksfördelning ska uppfylla kornstorleksfördelning enligt tabell AMA DCG.1/1. Om annan typ av fogmaterial användas, ex. stenmjöl 0/4, ska det anges.

Fogbredden för hällar med sågade sidor ska vanligtvis vara  $6 \pm 3$  mm. Om bredare fogbredd föreskrivs ska det anges. För huggna/klippta sidor är den vanligen 10-20 mm. Fogbredd och breddvariation anges eftersom smalare och jämnare fog fördyrar utförandet.

Sättsandens tjocklek ska vara 30 mm och läggs på bärlagrets jämna yta med fall för avvattning.

Dimensionering av hällen utgår från vilken trafikklass som slitlagret kommer att utsättas för. Kvadratiska format har högre böjhållfasthet än rektangulära. Ju långsmalare häll desto lägre böjhållfasthet. Beroende på längd och breddförhållandet samt tillämpad trafikklass fastställs hällens tjocklek beroende på materialets böjhållfasthet.

Här finns en förenklad funktion för att räkna ut vilken tjocklek som krävs för hällar av olika material:

### Uträkning av tjocklek för hällar

Böjhållfasthet

Brottslast

Bredd

Längd \*  \* För fallande längder räknas längden som 3 gånger bredden.

Teoretisk tjocklek

Rekommenderad tjocklek: **0 mm**

$$t = \sqrt{\frac{1500 \times P \times L \times F_s}{W \times R_f}}$$

Bakgrunden till uträkningen av hällens tjocklek (t) finns i denna formel:

P= Brottslast enligt trafikklass

Trafikklass	Beskrivning (exempel)	Antal standardaxlar	Brottslast kN
G	Entrégång, uteplats, lektyor innergård utan trafik.	0	3,5
GC	Gång- och cykelväg med enstaka lätta fordon, garageinfart.	0	6
0	Lågtrafikerade ytor, som gång- och cykelvägar eller parkeringsplatser. <50.000		9



1	Brandväg, torgytor m.m.	50.000-<500.000	14
2	Gator/vägar	500.000-1.000.000	25

*Definition enligt Svensk Markbetong 2002*

L= Längd

Fs= Säkerhetsfaktor 1,6. Senare standard SS-EN 1341:2012 har andra värden men erfarenhet indikerar att säkerhetsfaktor 1,6 är tillräcklig.

W= Bredd

Rf= Böjhållfasthet, medelvärde (för Grå Bjärlövsgranit 18,0 MPa)

Mer information om beräkning av slitlager finns i rapporten [Grågröna systemlösningar för hållbara städer](#).

### **Dimensionering av förstärknings- och bärlager**

Förstärkningslagrets tjocklek är beroende på trafikklass, terrassmaterial, klimatzon och tjälfarlighet. Materialet utförs vanligen med siktkurva 0/100 som packas väl med jämn överyta med fall för avvattning som krävs för slitlagret. Är kravet på förstärkningslagrets tjocklek <200 mm används samma fraktion som för bärlagret och packas före utförande av bärlagret.

Bärlagrets tjocklek är beroende på trafikklass och utförs vanligen med siktkurva 0/32 eller 0/40 som packas med 100 kg vibroplatta och kräver minst två överfarter. Det ska ha samma fall för avvattning som förstärkningslagret.

För beräkning av förstärknings- och bärlager har en förenklad dimensioneringsberäkning av överbyggnad för trafikklass G/C, 0, 1 och 2 i urban miljö tagits fram. [Ladda ner "Dimensionering marköverbyggnad"](#)

### **Källor:**

Slitlagret utförs i enlighet med:

AMA Anläggning DCG.1

AMA Anläggning DCG.12

RA Anläggning 13

SS-EN 1341:2012

[Rapport: Grågröna systemlösningar för hållbara städer](#)

Förstärknings- och bärlager utförs i enlighet med:

ABT VÄG

TVRKB

AMA Anläggning DCB.2, DCB.3

RA Anläggning 13

[Rapport: Grågröna systemlösningar för hållbara städer](#)

## Beläggning för gångtrafik

### Halvelastiskt slitlager på obundet bärlager

#### Dimensionering av slitlager

Slitlagret består av naturstenschällar och sätt-/fogsand.

Sätt-/fogsandens kornstorleksfördelning ska uppfylla kornstorleksfördelning enligt tabell AMA DCG.1/1. Om annan typ av fogmaterial användas, ex. stenmjöl 0/4, ska det anges.

Fogbredden för hällar med sågade sidor ska vanligtvis vara  $6 \pm 3$  mm. Om bredare fogbredd föreskrivs ska det anges. För huggna/klippta sidor är den vanligen 10-20 mm. Fogbredd och breddvariation anges eftersom smalare och jämnare fog fördyrar utförandet.

Sättsandens tjocklek ska vara 30 mm och läggs på bärlagrets jämna yta med fall för avvattning. Dimensionering av hällen utgår från vilken trafikklass som slitlagret kommer att utsättas för. Kvadratiska format har högre böjhållfasthet än rektangulära. Ju långsmalare häll desto lägre böjhållfasthet. Beroende på längd och breddförhållandet samt tillämpad trafikklass fastställs hällens tjocklek beroende på materialets böjhållfasthet.

Här finns en förenklad funktion för att räkna ut vilken tjocklek som krävs för hällar av olika material:

### Uträkning av tjocklek för hällar

Böjhållfasthet

Brottslast

Bredd

Längd \*  \* För fallande längder räknas längden som 3 gånger bredden.

Teoretisk tjocklek

Rekommenderad tjocklek: **0 mm**

$$t = \sqrt{\frac{1500 \times P \times L \times F_s}{W \times R_f}}$$

Bakgrunden till uträkningen av hällens tjocklek (t) finns i denna formel:

P= Brottslast enligt trafikklass

Trafikklass	Beskrivning (exempel)	Antal standardaxlar	Brottslast kN
G	Entrégång, uteplats, lektyor innergård utan trafik.	0	3,5
GC	Gång- och cykelväg med enstaka lätta fordon, garageinfart.	0	6
0	Lågtrafikerade ytor, som gång- och cykelvägar eller parkeringsplatser. <50.000		9
1	Brandväg, torgytor m.m.	50.000-<500.000	14



2 Gator/vägar 500.000-1.000.000 25

*Definition enligt Svensk Markbetong 2002*

L= Längd

Fs= Säkerhetsfaktor 1,6. Senare standard SS-EN 1341:2012 har andra värden men erfarenhet indikerar att säkerhetsfaktor 1,6 är tillräcklig.

W= Bredd

Rf= Böjhållfasthet, medelvärde (för Grå Bjärlövsgranit 18,0 MPa)

Mer information om beräkning av slitlager finns i rapporten [Grågröna systemlösningar för hållbara städer](#).

### **Dimensionering av förstärknings- och bärlager**

Förstärkningslagrets tjocklek är beroende på trafikklass, terrassmaterial, klimatzon och tjälfarlighet. Materialet utförs vanligen med siktkurva 0/100 som packas väl med jämn överyta med fall för avvattnings som krävs för slitlagret. Är kravet på förstärkningslagrets tjocklek <200 mm används samma fraktion som för bärlagret och packas före utförande av bärlagret.

Bärlagrets tjocklek är beroende på trafikklass och utförs vanligen med siktkurva 0/32 eller 0/40 som packas med 100 kg vibroplatta och kräver minst två överfarter. Det ska ha samma fall för avvattnings som förstärkningslagret.

För beräkning av förstärknings- och bärlager har en förenklad dimensioneringsberäkning av överbyggnad för trafikklass G/C, 0, 1 och 2 i urban miljö tagits fram enligt länken: [Ladda ner "Dimensionering marköverbyggnad"](#)

### **Bundet slitlager på obundet bärlager**

Slitlagret består av hällar i granit, jordfuktigt läggingsbruk och vanligtvis fogbruk. Läggings- och fogbruk ska vara av typen Anläggningscement.

Fogbredden för hällar med sågade sidor ska vanligen vara  $8 \pm 3$  mm. Om bredare fogbredd föreskrivs ska det anges. För huggna/klippta sidor är den vanligen 10-20 mm. Fogbredd och breddvariation anges eftersom smalare och jämnare fog fördyrar utförandet.

Läggingsbrukets tjocklek ska vara 40-60 mm och läggs på bärlagrets jämna yta som ska ha samma fall som slitlagrets.

Dimensionering av hällen utgår från vilken trafikklass som slitlagret kommer att utsättas för. Kvadratiska format har högre böjhållfasthet än rektangulära. Ju långsmalare häll desto lägre böjhållfasthet. Beroende på längd och breddförhållandet samt tillämpad trafikklass fastställs hällens tjocklek beroende på materialets böjhållfasthet.

Krav på marköverbyggnad (förstärknings- och bärlager) motsvarande konstruktionen halvelastiskt slitlager på obundet bärlager.

Konstruktionen är inte lämplig i situationer med hög saltbelastning då cementbruk har begränsad beständighet mot saltvittring.

### **Bundet slitlager på gjuten betongplatta**

Slitlagret består av hällar i granit lagda i jordfuktigt läggingsbruk alternativt frostbeständig fästmassa och fogbruk. Läggings- och fogbruk ska vara av typen Anläggningscement.



Fogbredden för hällar med sågade sidor ska vanligen vara  $8 \pm 3$  mm. Om bredare fogbredd föreskrivs ska det anges. För huggna/klippta sidor är den vanligen 10-20 mm. Fogbredd och breddvariation anges eftersom smalare och jämnare fog fördyrar utförandet.

Hällens tjocklek bör inte understiga 30 mm, men behöver inte dimensioneras utifrån förväntad trafiklast då hällen är fast på underliggande betongplatta som ska vara konstruerad för att klara förväntad trafikklass. Jordfuktigt cementbruk utförs med 40-60 mm tjocklek på brädriven gjuten betongplatta. Vid läggning i fästmassa krävs att den gjutna betongplattan är plan då endast små variationer kan upptas av fästmassan.

Krävs tätskikt på betongplattan måste det utföras så att vattnet leds bort till dränerande kantlösningar.

Konstruktionen är inte lämplig i situationer med hög saltbelastning då cementbruk har begränsad beständighet mot saltvittring.

**Källor:**

Slitlagret utförs i enlighet med:

AMA Anläggning DCG.1

AMA Anläggning DCG.12

RA Anläggning 13

SS-EN 1341:2012

[Rapport: Grågröna systemlösningar för hållbara städer](#)

Förstärknings- och bärlager utförs i enlighet med:

ABT VÄG

TVRKB

AMA Anläggning DCB.2, DCB.3

RA Anläggning 13

[Rapport: Grågröna systemlösningar för hållbara städer](#)



## Montering

Natursten monteras generellt på samma sätt som andra plattor i hårda material.

Marköverbyggnaden dimensioneras med hjälp av beräkningsmodellen "Dimensionering av förstärknings- och bärlager". Bärlagrets längsgående fall och tvärfall samt bombering utförs med samma lutning som krävs för den färdiga ytan.



## Beläggning för fordonstrafik

### Halvelastiskt slitlager på obundet bärlager

Körbanan bör ha ett tvärfall på 2,5 %. Normalt utförs gatan med bombering (höjdpunkt på mitten). Längsgående fall bör vara minst 2 %. Trottoarer ska ha ett fall mot gatan på max 2 %.

Ett lager av 30 mm tjock sättsand läggs ut på marköverbyggnaden som har utförts med samma lutning som den färdiga ytan. Sättsanden komprimeras med en överfart av vibroplatta. Sättsandens nivå och lutning justeras med hjälp av avdragsbanor som därefter tas bort, spår jämnas ut. Granithällarna placeras på sättsanden enligt föreskrivet mönster.

Fogbredden för hällar med sågade sidor ska vanligtvis vara 6 +/- 3 mm. Om bredare fogbredd föreskrivs ska det anges. För huggna/klippta sidor är den vanligen 10-20 mm. Fogbredd och breddvariation anges eftersom smalare och jämnare fog fördyrar utförandet.

För att borsta ner fogsand i fogarna rörs kvasten diagonalt över beläggningen. Därefter vattnas fogarna så att sanden packas. Sedan görs en ny fogfyllning och ytterligare en vattning. Vid behov ska beläggningen kompletteras med fogsand under de första två åren.

Beläggningen packas med vibroplatta försedd med gummiduk, minst två överfarter.

Som kantstöd kan beläggningen kompletteras med kantsten som ger ett stabilt mothåll. Kantstenen minskar risken att plattorna skjuts ur sitt läge.

Ytor med trafik sätts med en överhöjning på ca 10-20 mm efter packning vilket ger den utrymme att sätta sig under de första åren.

## Beläggning för gångtrafik

### Halvelastiskt slitlager på obundet bärlager

Beläggningen utförs normalt med ett fall för vattenavrinning på max 2%.

Ett lager av 30 mm tjock sättsand läggs ut på marköverbyggnaden som har utförts med samma lutning som den färdiga ytan. Sättsanden komprimeras med en överfart av vibroplatta. Sättsandens nivå och lutning justeras med hjälp av avdragsbanor som därefter tas bort, spår jämnas ut. Granithällarna placeras på sättsanden enligt föreskrivet mönster.

För att borsta ner fogsand i fogarna rörs kvasten diagonalt över beläggningen. Därefter vattnas fogarna så att sanden packas. Sedan görs en ny fogfyllning och ytterligare en vattning. Vid behov ska beläggningen kompletteras med fogsand under de första två åren.

Som kantstöd kan beläggningen kompletteras med kantsten som ger ett stabilt mothåll. Kantstenen minskar risken att plattorna skjuts ur sitt läge.

### Bundet slitlager på obundet bärlager

Beläggningen utförs normalt med ett fall för vattenavrinning på max 2 %.

Till läggingsbruk rekommenderas cement, typ CEM I-BV/LA/SR (SR = hög sulfatresistens, LA = låg alkalihalt) s.k. Anläggningscement. Ballastmaterialet till bruket är naturlig sand och/eller grus. Det ska uppfylla kraven på renhet som anges i standarden EN 131 39 med fraktionsfördelning 0.063/8. Vatten till bruksblandningen ska vara av vattenledningskvalitet.

För att blanda läggingsbruk används 1 del cement till 3-4 delar ballast (C 100/300 – 100/400). Bruket ska vara viktproportionerat. Bruket blandas i maskinblandare, helst tvångsblandare. Det blandade bruket måste användas inom två timmar, och vid max +20 C. Konsistensen ska vara "jordfuktig" och kunna formas i handen till en boll utan att det smetar. Detta motsvarar konsistensen 6-10 VB(b) och vattencementtal 0,36-0,40 (utan tillsatser). Bruket får inte vara för fuktigt eftersom höjden då inte kan anpassas genom nedbankning av plattorna. För torrt bruk är inte heller bra då det ger sämre hållfasthet. Bruket måste komprimeras ordentligt så att det inte blir för poröst.

Ett lager av 40-60 mm tjockt läggingsbruk läggs ut på marköverbyggnaden som har utförts med samma lutning som den färdiga ytan. Ovanpå läggingsbruket hålls cementslamma varefter granithällarna placeras ut enligt föreskrivet mönster och stöts fast.

Fogbredden för hållar med sågade sidor ska vanligen vara  $8 \pm 3$  mm. Om bredare fogbredd föreskrivs ska det anges. För huggna/klippta sidor är den vanligen 10-20 mm. Fogbredd och breddvariation anges eftersom smalare och jämnare fog fördyrar utförandet.

Bindemedlet i fogbruket ska vara detsamma som i läggbruket; CEM I-BV/LA/SR, så kallat Anläggningscement.

Ballastmaterialets siktkurva och fogbrukets blandningsförhållande ska anpassas till fogbredden. Den maximala kornstorleken i bruket bör inte vara över en tredjedel av fogbredden.

### Platsblandat fogbruk



Fogbredd (mm)	Blandningsförhållande	cement/ballasttal
8+/-3 mm	0-4 mm	100/300-100/400
10-20 mm	0-8 mm	100/300-100/400

Fogfyllning utförs med cementbruk 1:3 (1 del cement, 3 delar sand). Som alternativ till platsblandat cementbruk finns färdiga torrprodukter i säck. De blandas med vatten på förbrukningsstället.

Innan fogning ska plattornas fogsidor fuktas så att bruket får bra vidhäftning mot stenen. Fogen ska fyllas helt och tryckas till så att inga fickor kan bildas. Fickorna kan samla vatten och orsaka frostsador. Efter fogning täcks ytan med presenning för att skydda mot regn och stark sol. Presenningen ska inte ligga direkt mot stenen, utan ca 50 mm ovanför. Använd brädor eller liknande som distans (dock ej rostande eller missfärgande material, eftersom det ofta blir kondens under presenningen). Fogen ska hållas fuktig i minst sju dygn, men ytan får beträdas efter två dygn.

Som kantstöd kan beläggningsen kompletteras med kantsten som ger ett stabilt mothåll. Kantstenen minskar risken att plattorna skjuts ur sitt läge.

### **Bundet slitlager, hällar i jordfuktigt bruk, på gjuten betongplatta.**

Beläggningsen utförs normalt med ett fall för vattenavrinning på max 2 %.

Till läggingsbruk rekommenderas cement, typ CEM I-BV/LA/SR (SR = hög sulfatresistens, LA = låg alkalihalt) s.k.

Anläggningscement. Ballastmaterialet till bruket är naturlig sand och/eller grus. Det ska uppfylla kraven på renhet som anges i standarden EN 131 39 med fraktionsfördelning 0.063/8. Vatten till bruksblandningen ska vara av vattenledningskvalitet.

För att blanda läggingsbruk används 1 del cement till 3-4 delar ballast (C 100/300 – 100/400). Bruket ska vara viktproportionerat. Bruket blandas i maskinblandare, helst tvångsblandare. Det blandade bruket måste användas inom två timmar, och vid max +20 C. Konsistensen ska vara "jordfuktig" och kunna formas i handen till en boll utan att det smetar. Detta motsvarar konsistensen 6-10 VB(b) och vattencementtal 0,36-0,40 (utan tillsatser). Bruket får inte vara för fuktigt eftersom höjden då inte kan anpassas genom nedbankning av plattorna. För torrt bruk är inte heller bra då det ger sämre hållfasthet. Bruket måste komprimeras ordentligt så att det inte blir för poröst.

Cementbruk får inte användas under en temperatur på +5 C. Vid lägre temperatur avtar härdningstiden (den är dubbelt så lång vid +14 C som vid +20 C).

Den gjutna plattan med lutning som den färdiga ytan vattnas för vidhäftning av läggingsbruket. Ett lager av 40-60 mm tjockt läggingsbruk läggs ut på den gjutna plattan. Ovanpå läggingsbruket hålls cementslamma varefter granithällarna placeras ut enligt föreskrivet mönster och stöts fast.

Utförs beläggningsen på gjuten platta som fordrar tätskikt krävs ett dräneringsskikt ovanför tätskiktet som leder bort vattnet till dräneringsplatsen. Dräneringsskiktet kan utföras av sand med kornfraktion 2/ mm eller med speciell dräneringsmatta.

Fogbredden för hällar med sågade sidor ska vanligen vara  $8 \pm 3$  mm. Om bredare fogbredd föreskrivs ska det anges. För huggna/klippta sidor är den vanligen 10-20 mm. Fogbredd och breddvariation anges eftersom smalare och jämnare fog fördyrar utförandet.

Fogning kan påbörjas tidigast ett dygn efter sättning. Fogarna fylls omsorgsfullt med fogbruk.

### **Bundet slitlager, hällar i fästmassa, på gjuten betongplatta.**

Beläggningsen utförs normalt med ett fall för vattenavrinning på max 2%.

Den gjutna plattan med lutning som den färdiga ytan måste vara plan. Fästmassan som skall vara frostbeständig och anpassad för ändamålet dras ut både på den gjutna plattan och hällens undersida för att uppnå full vidhäftning vid läggning.

Utförs beläggningsen på gjuten platta som fordrar tätskikt fordras att tätskiktet har god vidhäftning i den gjutna plattan och att fästmassan får vidhäftning i tätskiktet. Tätskikt utförs i enlighet med AMA Anläggning JBE.

Fogbredden för hällar med sågade sidor ska vanligen vara  $8 \pm 3$  mm. Om bredare fogbredd föreskrivs ska det anges. För huggna/klippta sidor är den vanligen 10-20 mm. Fogbredd och breddvariation anges eftersom smalare och jämnare fog fördyrar utförandet.

Fogning kan påbörjas tidigast ett dygn efter sättning. Fogarna fylls omsorgsfullt med fogbruk.

Bindemedlet i fogbruket ska vara detsamma som i läggbruket; CEM I-BV/LA/SR, så kallat Anläggningscement.

Ballastmaterialets siktkurva och fogbrukets blandningsförhållande ska anpassas till fogbredden. Den maximala kornstorleken i bruket bör inte vara över en tredjedel av fogbredden.

#### **Platsblandat fogbruk**

Fogbredd (mm)	Blandningsförhållande	cement/ballasttal
8+/-3 mm	0-4 mm	100/300-100/400
10-20 mm	0-8 mm	100/300-100/400

Fogfyllning utförs med cementbruk 1:3 (1 del cement, 3 delar sand). Som alternativ till platsblandat cementbruk finns färdiga torrprodukter i säck. De blandas med vatten på förbrukningsstället.

Innan fogning ska plattornas fogsidor fuktas så att bruket får bra vidhäftning mot stenen. Fogen ska fyllas helt och tryckas till så att inga fickor kan bildas. Fickorna kan samla vatten och orsaka frostsador. Efter fogning täcks ytan med presenning för att skydda mot regn och stark sol. Presenningen ska inte ligga direkt mot stenen, utan ca 50 mm ovanför. Använd brädor eller liknande som distans (dock ej rostande eller missfärgande material, eftersom det ofta blir kondens under presenningen). Fogen ska hållas fuktig i minst sju dygn, men ytan får beträdas efter två dygn.



## **Markvärme**

Natursten har både bra värmeledningsförmåga och hög värmekapacitet. Det gör att den kan transportera och utjämna värme från underliggande värmeslingor.

Stenbeläggningens tjocklek avgör hur lång tid det tar för värmen att sprida sig upp till ytan.

Läggning av hällar i sand eller läggningsbruk bör göras på värmeisoleringen läggs för att minska värmeförlusten nedåt i marken. Rören ska täckas med 20-30 mm sättsand eller läggningsbruk.

Markvärme passar särskilt bra vid entréer till bostäder och butiker, men ska undvikas för ytor med fordonstrafik. Isoleringen bildar ett glidskikt som får plattorna att röra sig, vilket kan orsaka kantutspjälkningar och sprickor.

## Fogar

### Sandfog

Fogbredden för hällar med sågade sidor ska vanligtvis vara  $6 \pm 3$  mm. Om bredare fogbredd föreskrivs ska det anges. För huggna/klippta sidor är den vanligen 10-20 mm. Fogbredd och breddvariation anges eftersom smalare och jämnare fog fördyrar utförandet.

### Bruksfog

Fogbredden för hällar med sågade sidor ska vanligen vara  $8 \pm 3$  mm. Om bredare fogbredd föreskrivs ska det anges. För huggna/klippta sidor är den vanligen 10-20 mm. Fogbredd och breddvariation anges eftersom smalare och jämnare fog fördyrar utförandet.

### Terminologi:

- **Fogbruk** – Organiskt bruk som ska fylla fogar mellan plattor och block.
- **Fogningsmassa** - Polymermodifierat fogbruk och reaktionsbundna massor (bland annat epoxi) som används till att fylla fogar mellan fogplattor.
- **Fogmassa** – Används för att ta upp rörelser (mjukfog). Det finns även andra metoder för att förstärka fogarna, dels för att förhindra bevaxning, dels för att fogarna ska hålla för trafik och sopning.



## **Anslutning till andra material**

Natursteningen är formstabil och har små temperaturrörelser, samtidigt som den är hård och spröd. Det som kan orsaka rörelser i beläggningen är om den trycks i sidled av trafikbelastning som då kan orsaka skador både på hällar och anslutande material. En rörelsemån på 20 mm med fogsand bör lämnas mellan beläggningen och anslutande material.



## **Avspärrning**

Ytor som har lagts och/eller fogats med cementbruk ska hållas avstängda från gångtrafik i 3-6 dygn, och från tyngre trafik i 7-10 dygn. Fordonstrafik (även arbetsfordon) får tidigast släppas på efter 28 dygn. Det här gäller vid en temperatur på +20 C. Vid lägre temperaturer förlängs avstängningstiden och vid +14 C bör den fördubblas.

Om tillfällig trafik måste ske tidigare kan man lägga tryckutjämnande beläggning, av till exempel plywood eller plank, på stenbeläggningen. Den ska dimensioneras utifrån den aktuella belastningen.





## **Krav på färdig beläggning**

Tillåten avvikelse från planhet för hällar med flammad eller krysshamrad ytbearbetning mätt från en rätskiva lagd i godtycklig riktning vid 3 m mätlängd är  $\pm 6$  mm och vid 2 m mätlängd  $\pm 5$  mm.

Tillåten avvikelse för språng vid fog för hällar med flammad eller krysshamrad ytbearbetning mätt 5 mm in på underliggande platta är 3 mm.



## Material för montering

Naturstenens hållbarhet och långa livslängd ställer höga krav på monteringsmaterialen. Om stenen monteras med undermåliga material kan konstruktionens livslängd förkortas vilket medför högre kostnader.



## **Sand och krossmaterial**

Vid läggning och fogning av hällar används sand och grus. Den naturliga sanden är en ändlig resurs varför den succesivt ersätts med krossat material. Materialet ska vara vittringsbeständigt.

Sättsanden naturlig sand ska uppfylla kornstorleksfördelningen 0-8 mm och för krossmaterial 2-8 mm.

Fogsandens kornstorleksfördelning ska uppfylla kornstorleksfördelning 0/6,3 mm enligt tabell AMA DCG.1/1. Även annan typ av fogmaterial kan användas, ex. stenmjöl 0/4.

## Allmänt om bruk

Bruket består av: bindemedel, ballast, vatten och eventuella tillsatsämnen.

### Bindemedel

Bindemedel i cementbruk ska uppfylla standarden EN 197-1. Som bindemedel i bruk för naturstensplattor rekommenderas cement, typ CEM I-BV/LA/SR (SR = hög sulfatresistens, LA = låg alkalihalt s.k. Anläggningscement).

### Ballast

Ballastmaterialet till bruket är naturlig sand och/eller grus. Det ska uppfylla kraven på renhet som anges i standarden EN 131 39 med fraktionsfördelning 0.063/8

### Vatten

Vatten till bruksblandningen ska vara av vattenledningskvalitet.

### Temperaturer och härdningstid

Cementbruk får inte användas under en temperatur på +5 C. Vid lägre temperatur avtar härdningstiden (den är dubbelt så lång vid +14 C som vid +20 C).

## Lägningsbruk

Till lägningsbruk rekommenderas cement, typ CEM I-BV/LA/SR (SR = hög sulfatresistens, LA = låg alkalihalt) s.k. Anläggningscement

För att blanda lägningsbruk används 1 del cement till 3-4 delar ballast (C 100/300 – 100/400). Bruket ska vara viktproportionerat.

Bruket blandas i maskinblandare, helst tvångsblandare. Det blandade bruket måste användas inom två timmar, och vid max +20 C. Brukets konsistens ska vara "jordfuktig" och kunna formas i handen till en boll utan att det smetar. Detta motsvarar konsistensen 6-10 VB(b) och vattencementtal 0,36-0,40 (utan tillsatser). Bruket får inte vara för fuktigt eftersom höjden då inte kan anpassas genom nedbankning av plattorna. För torrt bruk är inte heller bra då det ger sämre hållfasthet. Bruket måste komprimeras ordentligt så att det inte blir för poröst.



## **Dräneringsskikt**

Dräneringsskikt till gjutna plattor kan göras som ett ca 10 mm jämntjockt skikt av enkornig sand med fraktionsfördelning 2/4 mm. För att stänga inne sanden görs en kant av dränerande bruk. Det tillreds som cementbruk; C100/400, med enkornig sand med fraktionsfördelning 2/6 mm.

Det finns även speciella dränerande mattor och skivor som kan läggas under belägningarna försedda med kanaler som leder bort vatten.

## Fästmassa

Det ställs mycket höga krav på fästmassor för markbeläggningar eftersom de utsätts för många olika påfrestningar. De vara frostbeständiga och ska ha bra vidhäftningsförmåga för att klara av stora temperaturrelser. Fästmassan ska vara komponerad med lågalkaliskt bindemedel (CEM I-SR-LA). Kontrollera med leverantören av fästmassa att den är avsedd för konstruktionen och lämplig till naturstenen som används.

Vid monteringen bör dubbellimning användas, då stryks fästmassan på både underlaget och plattans baksida. Om inte utfyllnaden blir ordentlig riskerar man fuktansamling och frostsprängning.

Hör med leverantören av fästmassa. Här nedan finns rekommendationer från några leverantörer.

Utemiljöer, Rekommenderade fästmassor	
Leverantör	Produktnamn
Ardex	X32, X77, X78
Englund-gruppen	Codex Stone SX60 Mellanbäddsbruk
	Codex Stone SX80 Tunnbäddsbruk
Mapei	Conbit, Elastorapid



## Tätskikt

Tätskikt under beläggning av natursten utförs enligt Anläggnings AMA Anläggning JBE.



## Fogbruk

Läggning i bruk fogas oftast med fogbruk. Bindemedlet i fogbruket ska vara detsamma som i läggbruket; CEM I-BV/LA/SR, så kallat Anläggningscement.

Ballastmaterialets siktkurva och fogbrukets blandningsförhållande ska anpassas till fogbredden. Den maximala kornstorleken i bruket bör inte vara över en tredjedel av fogbredden.

### Platsblandat fogbruk

Fogbredd (mm)	Blandningsförhållande	cement/ballasttal
8+/-3 mm	0-4 mm	100/300-100/400
10-20 mm	0-8 mm	100/300-100/400

När tunnare fogar fylls ska konsistensen vara relativt lösflytande, och vid bredare fogar ska den vara styvare. Bearbetning av våt fog ger cementanrikning i ytan vilket ger en ljus färg, medan bearbetning av en torrare fog ger en mörkare färg.

Färdigblandat torrbruk kan fås med tillsatser vilka förbättrar vidhäftningen, ökar eftergivligheten och ökar beständigheten mot salter.



## **Gräsfog**

För hällar lagda i oregelbunda mönster kan gräsfog användas. Då fylls en del av fogen med fogsand och den övre delen, ca 20 mm, fylls med jord och gräsfrö. Jord och gräsfrö kan blandas i en betongblandare och sedan sopas ner i fogarna. Därefter ska beläggningen vattnas.



## Skötsel och underhåll

Natursten är ett mycket tåligt material som kräver minimalt underhåll. Men för att stenen ska åldras vackert är det nödvändigt med en skötselplan som beskriver regelbundet återkommande skötselåtgärder. Utöver en skötselplan bör även en underhållsplan för förebyggande underhåll upprättas för inplanering av förutsedda åtgärder av brister som annars på sikt orsakar behov av större och akuta åtgärder.

## Regelbunden skötsel

### EXEMPEL PÅ SKÖTSELÅTGÄRDER

Sopning och tvättning. Maskinell sopning och högtryckstvätt bör undvikas de första åren innan fogmaterialet packats.

Ogräs avlägsnas lämpligast mekaniskt men även bränning med gasol är en användbar metod.

Tuggummi avlägsnas genom att använda frysspray och efter att det skrapats bort eftertvättas med hett vatten alternativt ångtvätt.

Fläckar som inte torkat in i materialet avlägsnas genom noggrann torkning och därefter tvättning med lösningsmedel som löser fläckämnet. Fläckar som torkat in avlägsnas genom pastaförfarande vilket innebär att lösningsmedel som löser fläckämnet blandas med krita till en tjockflytande konsistens som påförs den intorkade fläcken. Pastan löser upp fläcken och suger upp ämnet ur materialet. Proceduren kan behöva upprepas beroende på fläckens storlek. Vid hög temperatur kan pastan täckas med plastfolie vilken bromsar avdunstningstiden.

Organiska lösningsmedel kan användas och oxalsyra är användbart mot rostfläckar.



## Förebyggande underhåll

### Exempel på underhållsåtgärder

- Gröna ytor intill stenkonstruktionen kantskärs.
- Komplettering med fogsand.
- Mindre sättningar åtgärdas genom att lyfta hällar och fylla med sättsand och därefter återläggning med fogning.
- Byte av spruckna eller kantskadade hällar.

## Fläckborttagning

En fläck ska tas bort så snabbt som möjligt för att inte ämnet ska tränga ner i stenen. Det är enklare att få bort en fläck som ligger på ytan.

**Pastaförfarandet** innebär att lösningsmedlet blandas med ett absorberande pulver, till exempel krita, så att en tjockflytande välling bildas. Pastan läggs på fläcken och får torka. Lösningsmedlet löser upp fläcken som sedan suggs upp av pastan. Avslutningsvis borstas det torra pulvret bort och ytan tvättas med vatten. Om fläcken sitter för djupt eller om lösningsmedlet avdunstar för fort kan pastan täckas med plastfolie under en tid för att förhindra för hastig avdunstning.

### Fläckborttagning

Fläck	Tas bort med
Olja, fett	Bensin genom pastaförfarande.
Cement, kalkutfällning	Mekaniskt, glykolsyra och hård borste.
Märkpennor	T-röd, Aceton, eller Förtunning genom pastaförfarande
Olje-/lackfärg	Förtunning eller terpentin med papper, därefter pastaförfarande. Eftertvättning med ammoniak i vattenlösning.
Plastfärg	Före härdning med vatten. Sedan mycket svårt. Mekaniskt (rakblad) därefter varm lösning kaustik soda.
Stearin	Mekaniskt med kniv/rakblad. Alternativt frysspray. Därefter bensin, ev genom pastaförfarande.
Tuggummi	Frysspray.
Urin	Diskmedel alt allrent.
Rost	Oxalsyra, eftertvättning med allrent.
Tejp (limrester)	Förtunning, ev aceton.