

NATURSTEN

# UTEMILJÖ

OKTOBER 2020



# UTEMILJÖ

Detta häfte "Utemiljö" ingår i Sveriges Stenindustriförbunds "En handbok om – Natursten".

Till detta häfte finns som komplement följande typkonstruktioner:

- HS Markbeläggning av hällar i sand
- GS Markbeläggning av gatsten i sand
- AT Altanbeläggning i bruk på tätskikt
- KG Kantsten i grus med motstöd av betong
- KB Kantsten i betong med motstöd av betong
- T3 Blockstegstrappa
- T4 Beklädnadstrappa
- T5 Trappa med plansteg av hällar och sättsteg av mursten
- M1 Blockstensmur
- M2 Kallmur av staplade skivor
- M3 Kallmur av staplade block
- M4 Bruksmur
- M5 Beklädnadsmur

En handbok om – Natursten innehåller följande delar:

- Allmänt
- Stenkartotek
- Terminologi & Toleranser
- Inomhus
- Skötsel inomhus
- Fasader
- Utemiljö
- Restaurering
- Gravvårdar
- Klotter
- Skötsel utomhus
- Miljövarudeklarationer för vissa stensorter

I detta häfte refererar vi till vissa av ovanstående delar.

Se [www.sten.se](http://www.sten.se) för aktuell information.

## INLEDNING

I detta häfte redovisas egenskaper hos olika naturstensorter samt förslag till olika utföranden och tekniska lösningar med natursten i utemiljö. Rekommendationerna bygger på stenindustrins samlade branschfarenhet år 2019.

Samtidigt som detta häfte har producerats har också AMA Anläggning genomgått en revidering.

Detta är en uppdatering av 2017 års upplaga och publiceras endast digitalt.

Beskrivningarna avser natursten som kommer från Skandinavien. De beskrivna principerna går i allmänhet att tillämpa även på stensorter med annat ursprung, men i sådana fall är det särskilt viktigt att kontrollera den valda stenens tekniska egenskaper samt vilka utföranden som just den är lämplig för.



**Sveriges Stenindustriförbund**

Industrigatan 6, 291 36 Kristianstad. Telefon 044-20 97 80.

[info@sten.se](mailto:info@sten.se) [www.sten.se](http://www.sten.se)

Producerad av Sveriges Stenindustriförbund

© Sveriges Stenindustriförbund 2020

# INNEHÅLL

|  |           |   |           |
|--|-----------|---|-----------|
| <b>STENENS NATUR</b>   | <b>5</b>  |   |           |
| <b>1 MILJÖ OCH EKONOMI</b>   | <b>7</b>  | <b>4 MARKBELÄGGNING, PLATTOR OCH HÄLLAR</b>                   | <b>20</b> |
| <b>1.0 Inledning</b>   | <b>7</b>  | <b>4.0 Inledning</b>  | <b>20</b> |
| <b>1.1 Den yttre miljön</b>  | <b>7</b>  | <b>4.1 Materialval och ytbearbetning</b>                      | <b>20</b> |
| 1.1.1 Offentliga, yttre rum  | 7         | 4.1.1 Granit  | 21        |
| 1.1.2 Privata rum - trädgårdar   | 9         | 4.1.2 Skiffer   | 21        |
| 1.1.3 Sten och vatten  | 9         | 4.1.3 Kalksten  | 22        |
| 1.1.4 Övriga utemiljöer  | 9         | <b>4.2 Mönster, dimensioner och toleranser</b>                | <b>22</b> |
| <b>1.2 Livslängd, ekonomi och miljö</b>                                  | <b>10</b> | 4.2.1 Mönster   | 23        |
| 1.2.1 Livslängd  | 10        | 4.2.2 Dimensioner   | 23        |
| 1.2.2 Ekonomi  | 10        | 4.2.3 Toleranser  | 26        |
| 1.2.3 Miljöaspekter  | 10        | <b>4.3 Fogar</b>  | <b>26</b> |
| 1.2.4 Tillgänglighetsanpassning  | 11        | 4.3.1 Fogbredder  | 27        |
|  |           | 4.3.2 Fogning med obundet material(makadam)                   | 27        |
| <b>2 STENENS EGENSKAPER</b>  | <b>12</b> | 4.3.3 Fogning med cementbruk                                  | 27        |
| <b>2.0 Inledning</b>   | <b>12</b> | 4.3.4 Gräsfog   | 27        |
| <b>2.1 Tekniska egenskaper</b>   | <b>13</b> | <b>4.4 Projektering och montering</b>                         | <b>27</b> |
| 2.1.1 Kemisk resistens   | 13        | 4.4.1 Val av konstruktion                                     | 27        |
| 2.1.2 Hårdhet, avnötning   | 13        | 4.4.2 Dimensionering  | 28        |
| 2.1.3 Böjdraghållfasthet   | 13        | 4.4.3 Ytor med gångtrafik, läggning i bruk                    | 29        |
| 2.1.4 Porositet / Frostbeständighet                                      | 13        | 4.4.4 Ytor med gångtrafik, läggning i cementstabiliserat grus | 29        |
| 2.1.5 Vittringsbenägenhet - rost, färgförändring                         | 14        | 4.4.5 Ytor med gångtrafik, läggning i obundet sättlager       | 29        |
| 2.1.6 Tryckhållfasthet   | 14        | 4.4.6 Gatubeläggning/beläggning med biltrafik                 | 30        |
| 2.1.7 Friktion, halksäkerhet   | 14        | 4.4.7 Dränerande beläggning i urbana miljöer                  | 31        |
| 2.1.8 Bearbetbarhet  | 14        | 4.4.8 Altaner   | 32        |
| <b>2.2 Estetiska egenskaper</b>  | <b>14</b> | 4.4.9 Markvärme   | 33        |
| 2.2.1 Färgvariation och mönster  | 15        | 4.4.10 Krav på underlag                                       | 33        |
| 2.2.2 Bilder, prover och referenser                                      | 15        | 4.4.11 Krav på färdig beläggning                              | 34        |
|  |           | 4.4.12 Anslutning till andra material                         | 34        |
| <b>3 MATERIAL FÖR MONTERING</b>  | <b>16</b> | 4.4.13 Avspärrning  | 34        |
| <b>3.0 Inledning</b>   | <b>16</b> | 4.4.14 Vädskydd   | 34        |
| <b>3.1 Bruk för montering</b>  | <b>16</b> | <b>4.5 Erfarenheter</b>                                       | <b>34</b> |
| 3.1.1 Allmänt om bruk  | 16        |   |           |
| 3.1.2 Läggbruk för montering av hällar och plattor                       | 17        | <b>5 MARKBELÄGGNING, GATSTEN</b>                              | <b>36</b> |
| 3.1.3 Bruk/betong för montering av kantsten                              | 17        | <b>5.0 Inledning</b>  | <b>36</b> |
| 3.1.4 Bruk till murar  | 17        | <b>5.1 Materialval och ytbearbetning</b>                      | <b>36</b> |
| 3.1.5 Bruk för dränerande bakgjutning                                    | 17        | <b>5.2 Mönster, dimensioner och toleranser</b>                | <b>37</b> |
| 3.1.6 Cementslamma   | 17        | 5.2.1 Dimensioner   | 37        |
| 3.1.7 Fästmassa  | 17        | 5.2.2 Mönster och toleranser                                  | 37        |
| 3.1.8 Fogbruk, fogningsmassa, fogmassa                                   | 18        | <b>5.3 Fogar</b>  | <b>38</b> |
| <b>3.2 Obundet sätt- och fogmaterial</b>                                 | <b>18</b> | <b>5.4 Projektering och montering</b>                         | <b>38</b> |
| 3.2.1 Allmänt om sätt- och fogmaterial                                   | 18        | 5.4.1 Val av konstruktion                                     | 38        |
| 3.2.2 Sätt- och fogmaterial för beläggning av hällar/plattor och gatsten | 19        | 5.4.2 Projektering  | 39        |
| 3.2.3 Sättmaterial för övriga stenprodukter                              | 19        | 5.4.3 Montering   | 39        |
| <b>3.3 Övriga material för montering</b>                                 | <b>19</b> | <b>5.5 Krav på underlag</b>                                   | <b>42</b> |
| 3.3.1 Dräneringsskikt och dränerande bruk                                | 19        | <b>5.6 Krav på färdig yta</b>                                 | <b>42</b> |
| 3.3.2 Tätskikt   | 19        | <b>5.7 Erfarenheter</b>                                       | <b>42</b> |
| 3.3.3 Infästningsgods  | 19        |   |           |
| 3.3.4 Lastupptagande mellanlägg och fogdistanser                         | 19        |   |           |
| 3.3.5 Kramlor  | 19        |   |           |

|  |           |  |  |
|--|-----------|--|--|
| <b>6 KANTSTEN</b>  | <b>44</b> |  |  |
| <b>6.0 Inledning</b>   | <b>44</b> |  |  |
| <b>6.1 Materialval och ytbearbetningar</b>   | <b>44</b> |  |  |
| <b>6.2 Format och standarder</b>   | <b>45</b> |  |  |
| 6.2.1 Granit   | 45        |  |  |
| 6.2.2 Skiffer  | 47        |  |  |
| 6.2.3 Kalksten   | 47        |  |  |
| <b>6.3 Fogar</b>   | <b>47</b> |  |  |
| <b>6.4 Tillgänglighetsanpassning</b>   | <b>48</b> |  |  |
| <b>6.5 Projektering och montering</b>  | <b>48</b> |  |  |
| 6.5.1 Val av konstruktion  | 48        |  |  |
| 6.5.2 Kantsten av granit, i obundet material med motstöd av obundet material                   | 49        |  |  |
| 6.5.3 Kantsten av granit, i obundet material med motgjutning av betong                         | 49        |  |  |
| 6.5.4 Kantsten av granit, i betong med motgjutning av betong                                   | 49        |  |  |
| 6.5.5 Kantsten av skiffer och kalksten   | 50        |  |  |
| <b>6.6 Krav på färdig kantsten</b>   | <b>50</b> |  |  |
| <b>6.7 Erfarenheter</b>  | <b>50</b> |  |  |
| <b>7 TRAPPOR</b>   | <b>51</b> |  |  |
| <b>7.0 Inledning</b>   | <b>51</b> |  |  |
| <b>7.1 Materialval och ytbearbetningar</b>   | <b>51</b> |  |  |
| 7.1.1 Granit   | 51        |  |  |
| 7.1.2 Skiffer  | 52        |  |  |
| 7.1.3 Kalksten   | 52        |  |  |
| <b>7.2 Dimensioner och toleranser</b>  | <b>53</b> |  |  |
| 7.2.1 Blocksteg  | 53        |  |  |
| 7.2.2 Beklädnadssteg   | 54        |  |  |
| 7.2.3 Toleranser   | 55        |  |  |
| <b>7.3 Fogar</b>   | <b>55</b> |  |  |
| <b>7.4 Projektering och montering</b>  | <b>55</b> |  |  |
| 7.4.1 Val av konstruktion  | 56        |  |  |
| 7.4.2 Blockstegstrappor  | 56        |  |  |
| 7.4.3 Beklädnadsstrappor   | 57        |  |  |
| 7.4.4 Trappor av hållar och mursten  | 57        |  |  |
| 7.4.5 Åsnestigar   | 58        |  |  |
| 7.4.6 Ramper   | 58        |  |  |
| 7.4.7 Krav på underlag   | 59        |  |  |
| 7.4.8 Krav på färdig trappa  | 59        |  |  |
| 7.4.9 Anslutning mot andra material  | 59        |  |  |
| 7.4.10 Avspärning  | 60        |  |  |
| <b>7.5 Erfarenheter</b>  | <b>60</b> |  |  |
| <b>8 MURAR</b>   | <b>61</b> |  |  |
| <b>8.0 Inledning</b>   | <b>61</b> |  |  |
| <b>8.1 Materialval och ytbearbetningar</b>   | <b>61</b> |  |  |
| 8.1.1 Granit   | 61        |  |  |
| 8.1.2 Skiffer  | 62        |  |  |
| 8.1.3 Kalksten   | 62        |  |  |
| <b>8.2 Mönster, dimensioner och toleranser</b>   | <b>62</b> |  |  |
| 8.2.1 Mönster  | 62        |  |  |
| 8.2.2 Dimensioner och toleranser   | 62        |  |  |
| <b>8.3 Fogar</b>   | <b>66</b> |  |  |
| <b>8.4 Projektering och montering</b>  | <b>66</b> |  |  |
| 8.4.1 Val av konstruktion  | 67        |  |  |
| 8.4.2 Kallmur  | 67        |  |  |
| 8.4.3 Bruksmur   | 69        |  |  |
| 8.4.4 Blockstensmur  | 70        |  |  |
| 8.4.5 Beklädnadsmur  | 71        |  |  |
| 8.4.6 Släntbeklädnad, glacis   | 71        |  |  |
| 8.4.7 Avtäckning   | 73        |  |  |
| 8.4.8 Broar  | 73        |  |  |
| 8.4.9 Barriärer, trafikdelare  | 74        |  |  |
| 8.4.10 Krav på underlag  | 74        |  |  |
| 8.4.11 Krav på färdig mur  | 74        |  |  |
| 8.4.12 Anslutning mot andra material   | 74        |  |  |
| <b>8.5 Erfarenheter</b>  | <b>75</b> |  |  |
| <b>9 KONSTRUKTIONER MED VATTEN</b>   | <b>76</b> |  |  |
| <b>9.0 Inledning</b>   | <b>76</b> |  |  |
| <b>9.1 Fontäner, bassänger och liknande</b>  | <b>76</b> |  |  |
| <b>9.2 Kajer, pirar</b>  | <b>77</b> |  |  |
| <b>9.3 Erfarenheter</b>  | <b>77</b> |  |  |
| <b>10 ÖVRIGA MARKKOMPLETTERINGAR</b>   | <b>78</b> |  |  |
| <b>10.0 Inledning</b>  | <b>78</b> |  |  |
| <b>10.1 Sittbänkar</b>   | <b>78</b> |  |  |
| <b>10.2 Planteringslådor</b>   | <b>78</b> |  |  |
| <b>10.3 Stolpar - pollare</b>  | <b>78</b> |  |  |
| <b>10.4 Påkörningsskydd</b>  | <b>80</b> |  |  |
| <b>10.5 Utsmyckningar</b>  | <b>80</b> |  |  |
| <b>11 UNDERHÅLL</b>  | <b>81</b> |  |  |
| <b>11.0 Inledning</b>  | <b>81</b> |  |  |
| <b>11.1 Periodiskt underhåll</b>   | <b>81</b> |  |  |
| 11.1.1 Markbeläggningar  | 81        |  |  |
| 11.1.2 Trappor   | 82        |  |  |
| 11.1.3 Murar   | 82        |  |  |
| <b>11.2 Reparation, ombyggnad</b>  | <b>82</b> |  |  |
| <b>11.3 Rengöring</b>  | <b>83</b> |  |  |
| <b>11.4 Klotterskydd, klottersanering</b>  | <b>83</b> |  |  |
| <b>Bilagor</b>   |           |  |  |
| <b>Beläggning och överbyggnad i stadsliknande miljöer</b>                                      |           |  |  |
| <b>Riktlinjer för montering av plattor på terrasser och altaner, mm i fästmassa eller bruk</b> |           |  |  |

# STENENS NATUR



Daniaparken, Malmö

Det finns många berättelser om natursten. Förutom olika tekniska beskrivningar som branschens fackböcker bjuder på om hur den ska läggas, brytas, slitas och renoveras är sten också ett symboladdat material som målare, författare, musiker och, framför allt, vanliga människor har funnit fängslande. "Jag längtar stenarna där barn jag lekt", skriver en av de svenska nationalskalderna Verner von Heidenstam i sitt diktverk *Ensamhetens tankar* och syftar på de stora flyttblocken i närheten av barnomshemmet Olshammar i Närke. Och visst är stenen mytisk. För den som vill läsa in övertoner mellan geologibokens nyktra rader finns mycket att upptäcka. Kanske kommer det sig av att berggrunden har fler erfarenheter och flera lagrade minnen än något annat material på jorden. Stenen kan berätta. När människan bryter i berggrunden, öppnar sig en bok. Där, i kalkstenen, ligger ett fossil, ett djur med styva 400 miljoner år på nacken. Där, i den klivna graniten, ser vi en sida som aldrig förut varit sedd, dagsfärsk trots att den är 1400 miljoner år gammal.

## Sten skapar karaktär

Naturstenen är alltså uråldrig och ett material som använts för att belägga gator och torg i hundratals, ja i vissa kulturer tusentals år. Ändå finner den alltjämt nya användningar beroende på att stenindustrin utvecklar nya tekniker att bryta och bearbeta stenen på. De moderna linsågarna gör att vi kan få ut dimensioner som tidigare inte var möjliga. Med modern ytbearbetning kan vi få fram stenens naturliga kristallstruktur och den framträder då som det levande material som det faktiskt är.

Trots att sten är ett jämförelsevis hårt material finns det alltså idag få tekniska begränsningar för vad man kan forma den till och göra med den. Till

denna utveckling bör ändå bifogas en invändning. Sten i utemiljö har en lång tradition och vi har med åren utvecklat en kultur kring vad vi använder den till. Den kulturen ger stenläggningar deras värde. Genom sitt långa bruk i människans tjänst hjälper natursten till att ge en park, ett torg eller en gata dess karaktär och identitet. Den binder ihop historia med framtid. Det har att göra med materialet i sig självt, dess skönhet och beständighet, men det väcker också tankar kring omsorg och bearbetning, timmar av slit av skickliga hantverkare.

Jag förespråkar alltså en stenanvändning som innebär att vi arbetar med och inte emot stenens natur. Då får vi fullt utbyte av dess förmåga att skapa kvalitet och karaktär. Var återhållsam, är mitt råd, och lyssna till stenen. Gör inte för konstiga saker med den även om det skulle vara tekniskt möjligt. Det är som i den gamla japanska kampsporten jiu jitsu: man utnyttjar motståndarens kraft och tar den med sig istället för att stänga sig trött mot den.

## Sten är kultur

Det förhållningssättet betyder inte att vi ska avhålla oss från att lägga till något eget till den gamla kulturen. Vi måste ta till vara men också utveckla kulturen kring natursten, göra den bättre, lägga till vår tids egna lager. Men god stenanvändning kännetecknas av en respekt och känsla för materialet. Det är då som det bäst kommer till sin rätt. Det är då vi kan komma åt de där svåråtkomliga kvaliteterna som är subtila och som utläses stämning och känsla, så viktiga i ett gaturum eller en park. Natursten har sina spelregler och om dem kan den intresserade lära sig. För den som är arkitekt, landskapsarkitekt, ingenjör eller på annat sätt har natursten som ett av sina arbetsmaterial är det både roligt och utvecklande att försöka göra det.



Holmentorget, Norrköping



Hamnparken, Jönköping

### Tre exempel

Tre platser, byggda på senare år, där jag tycker att vi på kontoret har kommit åt den där stämningen är Holmens Bruk-området i Norrköping, Daniaparken i Malmö och Hamnparken i Jönköping. I Holmens Bruk, ett gammalt övergivet industriområde med anor från 1600-talet, inryms numera Campus Norrköping. Den historiska miljön är fortfarande påtaglig när man rör sig på torg och gator och granit användningen har en hel del att skaffa med den saken. Det finns många olika bergarter, format och ytbehandlingar här. Landskapsarkitekter arbetar annars mycket med växter, det gör jag också. Men i hela Holmens Bruk-området finns bara en enda växt; en väldig kärrek som står mitt på torget. Vi tyckte det förhållningssättet stämde med platsens minne och historia. Det innebär inte att vi bara har blickat bakåt. Holmens Bruk-området är idag något helt nytt i förhållande till sin historia; en vital och brusande del av centrala staden dit turister, infödda och framför allt studenter kommer. På det centralt belägna Holmentorget sitter vid lunchtimmarna hundratals studenter i solen på de breda granittrapporna. Förr i tiden, däremot, var detta ett stängt område inriktat på produktion, ett många gånger hårt arbete i textilindustrierna.

Daniaparken kan man se som motsatsen till Holmens Bruk. Det är en tillskapad plats, nästan utan historia, belägen på relativt nyligen utfylld mark. Den ligger i ett öppet landskap vid Öresund, längst ut mot havet, nästa anhalt är Danmark. Kvaliteterna i landskapet betingas inte av något historiskt arv utan platsen får sitt värde av de långa vyerna, den vida horisonten och närheten till havet. Vi har använt natursten främst i murar och i ett slags glaciser. De senare är magnifika strandskoningar som hindrar jordutfyllningarna från att rutscha ut i havet. Skoningarna är gjorda av helt obearbetade isälvstenar, mäktiga och kraftfulla nästan som havet självt. Murarna har en helt annan bearbetningsgrad. De omsluter tre stycken utsiktsplatser. Det är kallmurar, med lutande sidor, inget murbruk och ingen bakmurning. De står av sin egen tyngd och bidrar också med detta; tyngd och det vågräta intrycket i ett vågrätt landskap.

Hamnparken i Jönköping är av en tredje sort. Den består egentligen bara av en idé och fyra material. Materialen är gräs, grus, träd och stenmurar. Idén är att göra murarna som stödmurar så att den slutande parken istället blir en serie terrasser, som är mera vänliga att vistas på än den lutande marken. Murarna är monterade på sitthöjd så att hundratals löpmeter av informella sittplatser uppstår. Murarna knixar sig fram och tillbaka för att inte störa parkens ursprungliga invånare; de stiliga och högvuxna träderna. Trädens fria gestalt och placering står i kontrast mot murarnas strama profil och regelbundna mönster.

### Sten det naturliga valet

Under 1960 och 1970-talen var natursten inte längre så vanligt förekommande i den yttre miljön. Det hade att göra med modernismens ideologi om att det maskintillverkade var bättre än det naturliga, att människan och det som människan fabricerade var den främsta varan. Det hade också att göra med miljonprogrammets kostnadsjakt och att det i den yttre miljön dök upp billigare ersättningsprodukter som betong och asfalt. Så sent som på 1980-talet var asfalt den standardkvalitet som man belade många gator och torg med. Ifall en extra satsning skulle göras kunde man tänka sig betongplattor. På 1980-talet övertog betongplattorna asfaltens roll och blev det "normala" valet, medan exempelvis granit fortfarande var förbehållet bara de riktigt påkostade projekten. Idag har utvecklingen gått vidare och när man anlägger ett nytt torg i en svensk stad är natursten ofta det självklara valet.

Stenhandboken är ett kunskapsdokument där branschens erfarenheter och råd har samlats mellan två pärmar. Boken har funnits förut, men detta är en nyskriven upplaga som redovisar de kunskaper som finns om natursten, hur den kan användas och bearbetas idag. Stenhandboken kan vid en första anblick verka rationellt och ordentligt uppställd, och är det också för att det ska vara lätt och enkelt att hitta det man söker. Men så kan man börja snegla lite mellan raderna och då finns alla stenarnas, blockens och bergarternas berättelser att spåra där.

**Thorbjörn Andersson**

landskapsarkitekt LAR/MSA, professor på SLU.

# 1 MILJÖ OCH EKONOMI



## 1.0 INLEDNING

Natursten är ett naturmaterial som genom århundraden visat sin uthållighet i vår utemiljö. Den goda beständigheten och förmågan att åldras vackert är stenens stora tillgångar. Sten är en god investering, som är mycket lönsam på sikt. Det är inte ovanligt att stenen återanvänds upprepade gånger vid ombyggnader.

## 1.1 DEN YTTRE MILJÖN

Natursten används i uterummen på många olika sätt, såväl till nybyggnader som till restaureringar och reoveringar av skilda slag. Det kan gälla offentliga rum som gator, parker, begravningsplatser och torg men också privata trädgårdar. Intresset för den yttre miljön, dess trivsel och långsiktiga kvalitet har vuxit under de senaste decennierna. Funktion, hållbarhet och estetiska värden är viktiga faktorer för uterummet, det privata såväl som det offentliga. Vilken stensort som ska användas måste alltid väljas utifrån den miljö som stenen ska ligga i samt vilka belastningar och andra påfrestningar som den kommer att utsättas för. När natursten används i stads-sammanhang bör valet av stensort dessutom ta hänsyn till befintlig miljö i omgivning och byggnader.

### Ta i första hand hänsyn till:

- stentyp/stensort
- kulör, mönster och format
- ytbearbetningar
- belastning och nötning
- om stenen kommer att utsättas för sura vätskor eller tösalter

Faktaruta 1.1

### 1.1.1 Offentliga, yttre rum

Natursten är ett material som är väl lämpat för att klara av de stora påfrestningar som finns i de offentliga rummen; på gator, torg och i parker. På sådana platser möts och färdas många människor och det sker fordonstransporter, även av tungt slag. Klimatpåfrestningar från regn, vind, sol och frost är också påtagliga. Miljöpåfrestningar som surt nedfall, tölsaltning och oljespill från fordon utgör ytterligare belastande faktorer. Sammantaget innebär det hårda slitaget på den offentliga miljön att natursten med sina kvalitativa egenskaper ofta är ett lämpligt val. Om man använder rätt stensort med korrekt ytbehandling kan man dessutom slippa många av problemen med klotterskador och mekanisk åverkan. Vi kan alltså konkludera att om valet av stensort

och utförande görs på ett bra sätt får vi en anläggning som kan brukas under lång tid med ett minimum av underhåll och skötsel.

### Gaturummet

Fram till mitten av 1900-talet var natursten det enda alternativet till beständig beläggning av gång- och körytor samt kantavgränsningar av olika slag. Därefter blev ersättningsmaterial som asfalt och betongprodukter allt vanligare. På senare år har natursten fått en renässans och används i allmänhet som slityta i stadens gaturum när man söker hög och beständig kvalitet. Det blir allt vanligare att natursten används för att belägga gator, gång- och cykelvägar, torg och parkeringsytor. Natursten har många funktionella och kvalitativa egenskaper som gör den lämpad för sådana miljöer, tex högt nötningsmotstånd och hög tryckhållfasthet. Lika ofta väljs natursten för dess förmåga att skapa en god stadsmiljö, binda ihop miljöer på ett följsamt sätt samt ge ett intryck av kvalitet och omsorg.

Natursten kan skapa kvaliteter utöver dess rent estetiska uttryck. I stadsmiljöer med fordonstrafik där man har lagt gatsten sjunker till exempel fordonshastigheten påtagligt. Ytor belagda med natursten går ofta också att återställa med samma material, exempelvis vid ingrepp som reparationer på ledningsnät. Ibland kan det dock vara svårt att helt återskapa en kunnig stensättares mönstersättning med gatsten.

Kombinationer av råkilad gatsten och slätare hållar som beläggning på exempelvis gångbanor ger ett gediget intryck och dessutom en promenadvänlig yta. Hållarna kan vara av krysshämrad alternativt flammad granit eller skiffer med klovyta. Kalksten med klovyta, alternativt flammad eller topphyvlat yta utgör andra möjligheter men bör undvikas i miljöer där tösaltning förekommer.



Fig 1.2 Kallmur av staplade råblock

Den gamla tekniken att stapla stenblock till kallmurar utan bruksfyllning har återkommit och blivit ett alternativ till betongmurar, inte minst i gatumiljöer. Den enkla tekniken kräver minimalt underarbete och ger murar med flexibilitet. Det estetiska uttrycket är dessutom överlägset.

### Trafikcirkulationsplatser (rondeller)



Fig 1.3 Cirkulationsplats med konstnärlig utsmyckning av bl a kalksten

Sedan ett tjugotal år tillbaka har även de miljömässiga kvaliteterna i vägmiljöer, trafikplatser och cirkulationer uppmärksammats. I sådana miljöer ställs höga krav på såväl ytor som kantavgränsningar. Cirkulationsplatser har en hög belastning från tunga fordon, nötning från snöplogar och sopmaskiner samt kemisk påverkan från salter och oljor. De material som används i sådana miljöer måste ha mycket stor beständighet. Natursten av rätt sort och bearbetning ger här goda betingelser för beständighet och ett mångårigt brukande.

### Torg och gågator

Denna typ av rum i staden är inriktade på socialt bruk av olika slag. Torg kan vara utformade som handelsplatser med utrymme för olika slags kommers men också som platser för vila, samvaro och rekreation i en attraktiv miljö. På torgen har natursten i hundratal år haft en viktig roll att spela, som ytskikt och avgränsningar, men även som material i konstnärliga arbeten. Eftersom natursten är ett naturmaterial är det speciellt tilltalande i miljöer där vi som människor kommer nära inpå och upplever dess äkthet, variation och liv. Om man använder natursten på ett insiktsfullt sätt kan dessutom förändringar i karaktär och form göras på ett tämligen enkelt sätt och till låga kostnader.

Det uppvaknande intresset för stadskvalitet och stadsliv har gjort att upprustningar av gatu- och torgmiljöer blivit allt fler och även mer omfattande. Det är idag självklart att vi måste sträva efter att skapa stadsmiljöer som attraherar människor; där man kan trivas och umgås. Sådana stadsmiljöprojekt samfinansieras ofta av kommun och handlare/fastighetsägare, vilket visar att här finns ett gemensamt intresse som sträcker sig utanför den egna fastigheten. I stadsmiljöprojekt läggs i allmänhet stor vikt vid estetiska värden; identitet och karaktär. Natur-



sten bidrar till att uppfylla sådana önskemål och har dessutom beständighet och slitstyrka. Vi ser idag också exempel på nya slags gatumiljöer som tidigare inte fanns klassificerade trafikmässigt, t ex gårdsgator (fordon färdas på fotgängarnas villkor), miljöprioriterade genomfarter (genomfartsgator med hastighetssänkande inslag). Dessa nya trafikmiljöer ställer andra krav på utformning även vad avser materialval.



Fig 1.4 Torgyta med beläggning av gatsten och blockstensmur av granit

### Parker och begravningsplatser

Parkerna är städernas lungor och platser för umgänge, vila, spel, lek och rekreation. Parker har alltid inslag av vegetation och av natur vilket gör kombinationen med natursten särskilt lämplig. Det kan röra sig om murar, terrasser, gångbanor, ramper, kantavgränsningar, trappor och konstnärliga inslag. Natursten i sådana applikationer ger lågt underhåll och god beständighet. På begravningsplatser är självfallet gravvården ett inslag där natursten alltid förekommer men även beläggningar (gatsten och hällar), kantsten och särskilt kyrkogårdsmurar (kallmurar, bruks- och beklädnadsmurar) är delar av begravningsplatserna där natursten har sin givna plats.



Fig 1.5 Altare, damm och beläggning av granit, vid begravningsplats

#### 1.1.2 Privata rum - trädgårdar

Vi ser idag ett starkt trädgårdsintresse i landet. Trädgården betraktas som en förlängning av vardagsrummet och en värdefull miljö i den privata

sfären. Här kan natursten användas med samma fördelar som i den offentliga parken. Trädgården har emellertid normalt en lägre belastning och riskerar inte samma påkänning från nötning, oljor och salter. Möjligheterna att välja stensort blir därför betydligt större och tunnare dimensioner kan användas. För altaner, gångytor, trädgårdskantstöd och trappor fungerar de flesta stensorter bra medan garageuppfarter och biluppställningsplatser ställer motsvarande krav på ytskikten som i det offentliga rummet.

Stödmurar och begränsningsmurar av natursten ger ett gediget intryck, kräver mycket lite av underhåll och ger därför låga förvaltningskostnader.



Fig 1.6 Privat trädgård, gestaltad med natursten

#### 1.1.3 Sten och vatten

Vårt nordiska urbergs- och moränlandskap är format, slipat och patinerat av vattnets och isens nötning under tusentals år. Natursten och vatten är en utmärkt grund för olika slags skapande, men också en kombination där naturstenens karaktär och tekniska egenskaper kommer till sin fulla rätt. Sten och vatten i konstnärliga sammanhang är ofta återkommande genom historien, liksom stenanvändning i olika försörjningsleder vid vatten, exempelvis i hamnanläggningar och broar.

Broar av armerad betong där fundament och pelare står i strömmande vatten kan med fördel kläs med natursten för att ge konstruktionen bättre motstånd mot nötning från vatten och is. Samtidigt tillförs estetiska värden som också anknyter till vår byggnadshistoria.

#### 1.1.4 Övriga utemiljöer

För konstnärer har natursten länge varit ett viktigt material, som används även i samtida konst. Modern tillverkningsteknik gör att sten kan formas och bearbetas på sätt som tidigare inte varit möjliga.

Ny teknik gör också att vi kan bygga valvbroar av natursten. Broar som genom den goda passformen på valvstenarna klarar mycket hög belastning vilket tillsammans med små underhållskostnader ofta gör dem ekonomiskt konkurrenskraftiga. Släntbeklädnader, glaciser, i anslutning till brofästen och viadukter, som strandskoningar på älvbrinkar samt som erosionsskydd vid stränder av olika slag utförs ofta med natursten. Det ger en levande och tålig yta som anpassar sig till omgivningen och som till skillnad från många andra material kan läggas i relativt omfattande volymer utan att uttrycket blir monotont.

I resemiljöer; exempelvis tåg- och tunnelbaneperronger samt buss- och pendeltågsterminaler, används ofta natursten som ytskikt och kanter; skiffer, granit och även kalksten och marmor. Natursten tål bättre än de flesta andra material högt slitaget av många fötter samtidigt som stenen ger möjlighet till många olika miljöskapande effekter. Placerad vid entréer till byggnader; offentliga hus, bostadshus eller den privata villan, ger natursten en välkomnande känsla som förstärker byggnadens intryck. Samtidigt får man en praktisk yta som är lätt att städa och hålla ren.

## 1.2 LIVSLÄNGD, EKONOMI OCH MILJÖ

### 1.2.1 Livslängd



Fig 1.7 Gammal kallmur av kalksten, som åldras med behag

Natursten som är rätt vald för sitt ändamål har mycket lång livslängd. Det finns många exempel på tusenåriga miljöer där sten använts som beläggning i utemiljön. Genom åldrandets och slitagets patina ter de sig lika vackra idag som då de utfördes. Trappor, murverk och utsmyckningar, som åldras med behag, finns det många exempel på inom såväl de nordiska länderna som övriga Europa.

Det nordiska klimatet ställer särskilda krav på stens tekniska egenskaper. Det gäller därför att välja sten med väl dokumenterad kvalitet. Att studera referensobjekt med den tilltänkta stensorten är det bästa sättet att bilda sig en uppfattning om stens åldrande. Sten med sämre kvalitet kan medföra förkortad livslängd.

För att nå lång livslängd krävs att stens bruks-

miljö och användningssituation nogsamt beaktas redan på projekteringsstadiet. Studier av referensobjekt ger då en god vägledning.

### 1.2.2 Ekonomi

För att få god långtidsekonomi i projektet gäller det att välja rätt stensort med rätt utförande.

Den tekniska livslängden för silikatsten (granit och kvartsitskiffer) är betydligt mer än 100 år och för karbonatsten (marmor och kalksten) av god kvalitet minst 50 år. Den kalkylmässiga perioden för avskrivning är oftast betydligt kortare och oftast inte längre än 25 år. Förutsättningen är att man väljer ett material med rätt kvalitet och att monteringen utförs på ändamålsenligt sätt. Natursten har därför ett ekonomiskt mervärde utöver vad kalkylen visar. Dessutom kan den natursten som används i utemiljö nästan alltid återvinnas och då bli komponenter i nya utemiljöer.

Den ekonomiska kalkylen består av två huvuddelar, investeringskostnad och underhållskostnad.

*Investeringskostnaden* kan i sin tur delas in i material- respektive monteringskostnad. Kostnad för montering är normalt oberoende av vilket stenmaterial man väljer, men utgör dock en betydande del av totalkostnaden. Det är därför klokt att låta materialets kvalitet och inte pris avgöra valet av sten framförallt i konstruktioner med stor mekanisk näring eller kemisk påverkan.

*Monteringskostnaden* storlek påverkas alltid av hur stor mängd som ska monteras och utformningens komplexitet. Större mängd och enkla "linjer" ger lägre monteringskostnad.

*Underhållskostnaden* är låg för stenmaterial av god kvalitet anpassad för sin användning. För den regelmässiga rengöringen användes enkla, billiga metoder och medel.

### 1.2.3 Miljöaspekter

Den helt avgörande positiva miljöfaktorn för natursten är dess långa livslängd

Livscykelanalys visar att belastningen på den yttre miljön är låg vid tillverkning av produkter av natursten. Den avgjort största miljöbelastningen för de flesta byggmaterial uppstår på grund av energiförbrukning vid tillverkning och/eller vid destruktion. Den energi som krävs vid tillkomsten av natursten skötte naturen själv om för hundratals miljoner år sedan. Tillverkningen av naturstensprodukter för utemiljö kräver tämligen låga energinsatser och inga eller ytterst små mängder kemiska tillsatser.

Restprodukterna från stembrytning och produkttillverkning är kemiskt stabila och i de flesta fall användbara råmaterial för annan användning.

Utöver den miljöfördel som visas genom livscykelanalysen har naturstenen andra miljömässiga kvalitéer med avseende på den yttre miljön. Natursten avger inga emissioner, ruttar inte och möglar inte

utan får i stället en tilltalande patina med tiden.

För rengöring krävs vanligen enbart vatten och en borste, i vissa undantagsfall med en högtryckstvätt. Genom tillämpad forskning finns nu också miljöprövade och bra metoder för att avlägsna klotter och för att klotterskydda produkterna.

Se även Natursten, Klotter & Graffiti.

#### 1.2.4 Tillgänglighetsanpassning

Boverkets Författningssamling BFS 2003:19, HIN 1 och BFS 2004:15, ALM 1 ger föreskrifter och allmänna råd om "undanröjande av enkelt avhjälpta hinder till och i lokaler dit allmänheten har tillträde och på allmänna platser" resp om "tillgänglighet och användbarhet för personer med nedsatt rörelse- eller orienteringsförmåga på allmänna platser och inom områden för andra anläggningar än byggnader". Här visas endast några exempel på hur utemiljön kan tillgänglighetsanpassas med naturstensprodukter.

Natursten kan formas och bearbetas till anpassade produkter, som även ger rörelsehindrade och synskadade möjlighet till framkomlighet och orientering. Så kan exempelvis ramper för rullstolsburna byggas av standardprodukter.

Gångytor kan förses med taktila riktningsskivor eller kupolplattor, för att underlätta synskadades orientering. Trappor kan förses med kontrastmarkering där infällda stavar eller cylindrar i avvikande kulör fälls in i bottensteg och översteg och då gärna med några millimeters förhöjning över plansteget för taktil verkan.



Fig 1.8 Infällning av stencylindrar med avvikande kulör som kontrastmarkering.

Det är viktigt att i ett projekt tidigt bestämma funktionskrav och stenkvalitet.

Specialtillverkad gatsten, med flammad eller krysshämrad översida, som läggs i ytor med traditionell, råkilad gatsten kan göra platsen bättre tillgänglighetsanpassad.

Sten med avvikande kulör eller ytbearbetning kan användas som markering för att hjälpa personer med nedsatt synförmåga eller för att markera/utforma ett traditionellt övergångsställe

Trottoarers anslutning mot övergångsställe i gatan, som kan utgöra ett hinder för rullstolsburna, kan med fördel utföras med kortare längd av fasadkantsten eller en specialkantsten just vid övergångsstället. Med enkla metoder och lite fantasi formas naturstenen för att ge tillgänglighet för alla. Se även avsnitt 7.4.5 betr ramper och avsnitt 6.4 betr kantsten



Fig 1.9 Torgyta med taktil markering för vägledning för synsvaga.



Fig 1.10 Ram uppbyggd av granithällar och blockstensmur ger tillgänglighet till äldre byggnad.

## 2 STENENS EGENSKAPER



### 2.0 INLEDNING

Man kan grovt indela de stensorter som används i utemiljö och andra byggnadssammanhang i olika huvudtyper:

#### Olika stentyper

|               |              |
|---------------|--------------|
| Granitgruppen | Silikatsten  |
| Skiffrar      |              |
| Kalkstenar    | Karbonatsten |
| Marmorsorter  |              |

Fig 2.1

Inom gruppen graniter finns sorter med skiftande geologiska beteckningar som granit, gnejs, kvartsit (med kvartsit avses tät, kvartsitbunden sten med mycket låg vattenabsorption och hög böj hållfasthet), diabas, basalt, larvikit, diorit, m fl. Gemensamt för denna grupp är att stensorterna i allmänhet är tåliga och har god beständighet.

I detta häfte används beteckningen granit som samlingsnamn på hela gruppen graniter, d v s även gnejs, diabas, kvartsit, basalt, larvikit, diorit och andra stensorter med liknande egenskaper.

Faktaruta 2.2

Skiffrarna karakteriseras av sin skiffriga, skiktade struktur och kan indelas i olika undergrupper: Kvartsitskiffer, fyllitskiffer och lerskiffer. Samtliga dessa är metamorfa/omvandlade. Lerskiffern är minst omvandlad. Fyllitskiffern är mindre omvandlad än kvartsitskiffern. Omvandlingsgraden avspeglar sig också i de tekniska egenskaperna, där kvartsitskiffern har bäst nötnings- och repningsmotstånd. Ler- och fyllitskifferna är också lättare att klyva till önskad tjocklek. Lerskifferna bleks i kontakt med bl a sur nederbörd. Vissa importerade lerskiffer har begränsad beständighet i vårt klimat och kan spjälkas upp. Glimmer-/kvartsitskifferna har vanligen god beständighet och förhållandevis hög böjdrag-hållfasthet.

Sandsten som används för byggnadsändamål är i allmänhet uppbyggd av kvartskorn som är sammanbundna med kvarts eller kalk, ibland med inslag av lera. Sandstenarna är oftast porösa och används i mycket liten utsträckning i utemiljön.

Kalksten och marmor är uppbyggda av kalcit- och/eller dolimitmineral. Stensorterna är därmed känsliga för syror. De har också lägre motståndsförmåga mot avnötning än t ex graniter. Marmor används sällan i utemiljön

## 2.1 TEKNISKA EGENSKAPER

Det bästa sättet att bedöma stenens beständighet och andra egenskaper är att studera referensobjekt där tid och miljö påverkat den aktuella stensorten. Stenens tekniska egenskaper kan fastställas på olika sätt. Dels utvärderar man mineralsammansättningen, dels provar man de tekniska egenskaperna och anger mätvärden.

För nordiska material finns i allmänhet provningar utförda av ackrediterade institut avseende exempelvis tryckhållfasthet, böjdraghållfasthet, vattenabsorption, nötnings- och halkmotstånd. Viktigt är också att leverantören kan deklarerat frostbeständighet och stenens petrografiska sammansättning (mineralsammansättning). Respektive producent redovisar tekniska egenskaper för stensorterna i sitt sortiment.

Enligt europainormerna för marktäckningsprodukter, SS-EN 1341, SS-EN 1342 och SS-EN 1343 ska även korrekt petrografisk benämning och stenens brytningsart anges.

För importerade stensorter, där det inte finns referensobjekt i vårt klimat, är det särskilt viktigt att ställa krav på redovisning av de tekniska egenskaperna. Provningar bör vara utförda av ackrediterat institut enligt de europeiska EN-normerna, så att en riktig bedömning av resultaten kan göras.

Detta avsnitt innehåller en redovisning av de tekniska egenskaper som har väsentlig betydelse för produkter av natursten i utemiljön. Mer fakta om stenens uppbyggnad, tekniska egenskaper, ytbehandlingar, kulör och textur finns i Natursten, delarna Allmänt, Stenkartotek samt i Terminologi & Toleranser.

### 2.1.1 Kemisk resistens

Stenens kemiska resistens har betydelse i miljöer som utsätts för sura medel, lösningar eller annan kemisk påverkan. Den kemiska resistensen har också betydelse för skötsel och rengöring, då den kan begränsa vilka rengöringsmedel som kan användas. Testvärdena för kemisk resistens fastställs inte, utan bedömningen sker utifrån stenens mineralogiska uppbyggnad.

Stensorter inom granitgruppen och kvartsitskiffer (silikatstenar) består av silikatmineral som är mycket resistenta mot sura medel. Inom gruppen graniter finns vissa importerade, mörka stensorter som innehåller mineral som inte är syrabeständliga.

Marmor och kalksten är karbonatstenar som påverkas också av svaga syror, som vinsyra och kolsyra. Syrorna etsar stenytan och vid längre påverkan kan det uppstå gropar. Stenens övriga egenskaper påverkas nödvändigtvis inte.

Kalkstenar och vissa marmorsorter påverkas av salter, exempelvis lösningar. Saltlösning tränger in i stenens ytskikt och porösa partier och orsakar vittning när vattnet avdunstar och salterna kristalliserar.

### 2.1.2 Hårdhet, avnötning

Hårdhet är en egenskap som inte provas, men som kan utläsas av de mineral som stenen består av. För förmågan att motstå nötning finns testmetoder. De för utemiljö klassiska stenmaterialen granit och kvartsitskiffer har dokumenterat mycket god slitstyrka.

*Graniternas* silikatmineral (kvarts och fältspat) ger stenen stor hårdhet. Ju större kvartsinnehåll desto hårdare sten, vilket gör granitytan mycket resistent mot mekanisk påverkan oavsett ytbehandling. Detta gör att beläggningar utomhus behåller sin ytstruktur under lång tid även vid stor trafikbelastning.

*Kvartsitskiffer* har i detta sammanhang egenskaper som granit medan *fyllitskiffer* har något sämre motståndskraft mot avnötning.

Hårdheten hos karbonatstenarna *marmor* och *kalksten* är lägre och ytan därför snabbare. Dock kan det vara stor skillnad mellan olika marmor- och kalkstenssorter.

### 2.1.3 Böjhållfasthet

Böjhållfastheten är relativt låg för alla naturstenssorter, med undantag av skiffer. Stenprovets orientering är viktig, särskilt vid provning av skiktade stensorter. Även ej tydligt skiktade stenar kan ha en struktur som märkbart påverkar böjhållfastheten. Det är därför av stor vikt att stenen väljs ut i rätt riktning både när det gäller stenar som ska provas och de färdiga produkterna.

Provningsvärdena för granit, marmor och kalksten är av samma storleksordning, men varierar mellan olika stensorter.

Testvärdena fastställs vid provning av en liten provkropp och visar inte stenproduktens totala böjhållfasthet. Värdena påverkas också av eventuella mikrosprickor, klovriktningar, kornfogar etc. De flesta stensorterna har dessutom olika böjhållfasthet i olika riktningar.

Böjhållfastheten har betydelse för exempelvis fribärande konstruktioner som trappsteg och bänkar, men också för plattor med tung trafikbelastning. Skiffer lämpar sig därför särskilt väl för sådana konstruktioner. Långsmala plattor utsätts för större böjpåkänningar vid tung trafik än kvadratiska plattor. Ju längre plattor som väljs desto större vikt måste läggas vid böjhållfastheten. Notera att plattans eller konstruktionens hållfasthet ökar med kvadraten på tjockleken. Ökas exempelvis tjockleken med 40%, så fördubblas förmågan att motstå böjpåkänning.

### 2.1.4 Porositet - frostbeständighet

Porositet och vattenabsorption är mycket låga hos de flesta av våra stensorter, bortsett ifrån vissa sandstenar. Natursten är vid jämförelse vanligen tätare än många andra markmaterial, t ex betong.

För stenprodukter i utemiljöer med risk för frost och frostsprängningar är frostbeständigheten av

stor vikt. En god indikator på stenens frostbeständighet ger vattenabsorptionen. De flesta nordiska granit-, skiffer och marmorsorterna har en vattenabsorption under 0,2 viktprocent. Kalkstenarnas vattenabsorption varierar relativt mycket mellan olika stensorter och ligger mellan 0,2 och 1,5 viktprocent. På grund av kalkstenens uppbyggnad med omväxlande mycket täta och mer porösa partier varierar vattenabsorptionen också mycket inom de olika kalkstenssorterna.

Det finns inget entydigt samband mellan vattenabsorption och frostbeständighet. Men om vattenabsorptionen är tillräckligt låg finns ingen risk för frostsprängning.

Vattenabsorption och frostbeständighet fastställs vid provning.

### 2.1.5 Vittringsbenägenhet - rost och färgförändring

De skandinaviska stensorterna är vanligen av hög kvalitet och vittringsprocessen sker så långsamt att den inte har någon ekonomisk eller praktisk betydelse.

Vissa importerade stensorter har dock benägenhet att vittra och rosta i nordisk miljö. Om det inte finns referensobjekt som visar stensortens egenskaper kan en petrografisk granskning utföras. Granskningen visar stenens mineralsammansättning, struktur och uppbyggnad varav man kan dra slutsatser om beständighet och risk för missfärgning. Analysen bör innehålla en bedömning av stenens lämplighet för tänkt ändamål och utföras av person med god kännedom om natursten för byggnadsändamål.

Granitsorter med gulbrun färg innehåller vanligen järnmineral som ger färgen. Hos många av dessa är omvandlingen av järnmineralen inte avslutad. Vid den fortsatta omvandlingen kan då stenen vittra och/eller färgförändras ytterligare. Även om stenen ursprungligen inte visar några gula eller bruna tendenser kan den ändå innehålla mineral som börjar rosta när de exponeras i utemiljön, särskilt om denna är sur. Detta gäller både granit och skiffer, där rostande mineralansamlingar kan ge rostbruna fläckar och rinningar. Även fyllit- och lerskiffer kan ha sådana tendenser. Omvandlingen av mineralen kan, i värsta fall, orsaka vittring och sprängning som medför att skiktade stensorter spaltas.

Mörka lerskiffer och kalkstenar har också en tendens att blekas av väder och vind, särskilt om miljön är försurad.

Sura rengöringsmedel kan bleka stenen och även sätta igång rostprocesser.

Kvartsitskifferna och de skandinaviska graniterna har vi lång erfarenhet av och de innehåller i allmänhet inga rostande mineral och de bleks inte heller i måttligt sur miljö.

Referensprojekt och/eller petrografisk granskning ger besked om eventuella risker för vittring och missfärgning.

Svensk kalksten av utvald kvalitet har god vittringsbeständighet, även i vårt nordiska klimat. Kalk-

sten som innehåller naturliga lerklov kan frysa isär. Sten av sådan kvalitet ska inte levereras för utemiljöanvändning. Tösaltning och salter som utlöses ur cement kan också vara orsak till att kalksten vittrar.

### 2.1.6 Tryckhållfasthet

Tryckhållfastheten för de stensorter som normalt används till produkter i utemiljö är hög och i de flesta fall tillräcklig. För exempelvis brokonstruktioner med väntade stora krafter, bör en extra kontroll och beräkning dock utföras.

### 2.1.7 Friktion/halksäkerhet

Friktion/halksäkerhet är en viktig funktion för trappor och beläggningar utomhus. Stenens ytbearbetning är oftast helt avgörande för egenskapen. Man väljer därför grova ytbearbetningar för sten till dessa användningsområden.

Friktionsvärdena provas och anges för viss, normerad ytbearbetning som är finare än de som rekommenderas till trappor och beläggningar. De ger därför en felaktig bild av halksäkerheten hos den levererade produkten.

Stenens yta, och därmed halksäkerheten, förändras allteftersom den slits. Sten med relativt låg motståndsförmåga mot avnötning blir allt finare, särskilt vid kraftig trafik. Det finns ingen provningsmetod för att bedöma denna egenskap.

För konstruktioner utomhus, vilka nästan alltid är utsatta för regn och snö och dessutom kan bli belagda med alger, rekommenderas därför som regel grova bearbetningar.

### 2.1.8 Bearbetbarhet

Råkilade eller klippta ytor förekommer ofta i utemiljön. Dessa ytor är dels estetiskt tilltalande, dels mycket positiva ur klimatsynpunkt eftersom det går åt väsentligt mindre energi att kila fram en yta än att såga fram den. Förutsättningen är dock att stensorten har goda klyvegenskaper vilket endast ett mycket begränsat antal stensorter har. Alla stensorter går heller inte att flammas med gott resultat.

## 2.2 ESTETISKA EGENSKAPER

Stenens estetiska egenskaper bedöms utifrån en bestämd ytbearbetning, eftersom olika ytbearbetningar ger stenen olika karaktär. Kulör, mönster och textur ingår i den estetiska värderingen och det är viktigt att man innan beställning slår fast inom vilka gränser variationer får förekomma.

Vid projektering ska man veta att snäv färgsortering påverkar priset uppåt. Sten i utemiljöer påverkas av nedfall av sot, smuts, partiklar, sur nederbörd, mm som förändrar stenens utseende, eller ger patina.

För mer fakta se Natursten, delarna Allmänt, Stenkartotek samt Terminologi och Toleranser.

### 2.2.1 Färgvariation och mönster

Begreppet granit används som samlingsnamn för granit, gnejs, diabas, syenit, larvikit, gabbro, kvartsit och vissa andra silikatstenar.

*Granit* har oftast ett relativt homogent, kornigt mönster och ger ett enhetligt färgintryck. Fläckar, ränder och "dragningar" förekommer naturligt hos en del granitsorter. I mindre utsträckning kan också kvartsränder så kallade "kattränder" förekomma. Om sådana avvikelser inte accepteras, bör en överenskommelse om särskild sortering göras med leverantören.

*Gnejs* har en oftast utpräglad slirig, stormönstrad struktur och är oftast kraftigt ådrad eller flammig. Variationen mellan olika delar i ett projekt kan därför bli mycket stor och kan kräva särskild uppmärksamhet vid monteringen. Ta därför hänsyn till och ange mönsterriktning vid projektering.

*Diabas, larvikit, syenit* har mycket enhetlig textur och jämn kulör.

*Skiffer* har i allmänhet små variationer i färg och textur. Fyllitskiffen varierar dock mycket i kulör och levereras därför i olika sorteringar, som svart och rostfärgad.

Kvartsitskiffen har högt kvartsinnehåll och är helt färgstabil medan andra skifferar kan färgförändras, särskilt i sur miljö.

*Kalkstenens* kulör varierar mellan olika stenbrott, men också inom ett och samma brott. Om krav

finns på en mer enhetlig kulör och enhetligt mönster bör man före beställning komma överens med leverantören om vilka variationer som får förekomma. Monteringen måste också ske så att variationen blir estetiskt tilltalande genom att de olika nyanserna blandas. Fossil kan förekomma.

### 2.2.2 Bilder, prover och referenser

I Natursten, Stenkartotek finns ett antal stensorter avbildade, vissa med olika ytbearbetningar.

Notera att en bild aldrig kan återge stenens karaktär. Beställ därför alltid referensprover med den tilltänkta ytbearbetningen från den aktuella leverantören. Prover från en leverantör kan inte återopas för beställning hos en annan.

Fastställ inom vilka gränser stenen får variera med hänsyn till kulör och textur och kontrollera att stenen kan levereras i önskad format. Fullskaliga referenser rekommenderas. Studera om möjligt befintliga objekt som är något eller några år gamla.

Se vidare Natursten, Terminologi och Toleranser.

#### Prover säger inte alltid allt!

##### Stenprover måste:

- vara tillräckligt många så att de visar variation i kulör/textur
- ha rätt ytbearbetning och visa ev variationer i denna
- vara tillgängliga vid leveransk kontroll



Fig 2.3 Leverans av polygonmur, tv, och blockmur, th, från fjärran land. Utseendet är inte vad beställaren hade förväntat sig, trots att stenen uppfyller alla krav enligt beskrivningen. Stenarna i polygonmönstret har en alltför jämn och enhetlig storlek. Ytbearbetningen ger i båda exemplen ett naturligt intryck.

# 3 MATERIAL FÖR MONTERING



## 3.0 INLEDNING

Naturstenens goda beständighet och långa livslängd, även i utsatta miljöer, gör att man måste ställa stora krav även på de material som används vid monteringen. Om stenen monteras med undermåliga material kan konstruktionens livslängd bli orimligt kort och totalkostnaden kan då bli hög.

## 3.1 BRUK FÖR MONTERING

### Bruk är färskvara!

- Använd tillrett bruk innan det börjar härdas
- Förvara torrbruk torrt

### 3.1.1 Allmänt om bruk

Brukets beståndsdelar är: Bindemedel, ballast, vatten och eventuella tillsatsämnen.

*Bindemedel* i cementbruk ska uppfylla standarden EN 197-1. Som bindemedel i bruk för naturstensplattor rekommenderas cement, typ CEM I med hög sulfatresistens (SR) och låg alkalihalt (LA), beteckning CEM I-BV/LA/SR. Sådant cement saluförs i Sverige under namnet Anläggningscement. Även snabbhärdande cement av typ CEM I kan användas men bör undvikas då kalkutfällningen i bruket ökar med den högre värmeutvecklingen som uppstår vid

snabbare härdning.

*Ballastmaterialet* till bruket är naturlig sand och/eller makadam (stenkross), och ska uppfylla kraven på renhet som anges i standarden EN 131 39 samt fraktionsfördelning enligt fig 3.1.

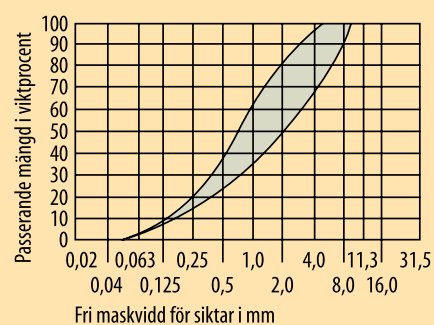


Fig 3.1 Siktkurva, ballastmaterial till cementbruk.

*Vatten* till bruksblandningen ska vara av vattenledningskvalitet. (Vatten från t ex rostande förvaringskärl eller med humusinhåll kan ge utfällningar)

*Tillsatsmedel* kan användas för att modifiera brukets egenskaper och skall doseras och användas enligt tillverkarens instruktion. Lämpliga tillsatsmedel kan förhindra frysning, förbättra vidhäftningen, öka eftergivligheten eller öka bearbetbarheten. En kalkhalt i bruket som är mindre än 30 % påverkar en-



dast brukets arbetsbarhet och kan därför betraktas som tillsatsmedel. Kalkbruk och kalkcementbruk är ur teknisk synvinkel inte lämpliga att användas vid montering av natursten utomhus. Retarder förlänger brukets arbetsbarhetstid. Används vid moment med lång monteringsstid.

Cementbruk får ej användas då temperaturen är under +5°C. Tillse att arbetsställe och material som kommer i kontakt med bruket håller en temperatur överstigande +5°C under brukets härdningstid. Härdningstiden avtar vid minskad temperatur och är dubbelt så lång vid +14°C som vid +20°C.

#### Kalk- och saltutfällning

Vid vattentransport genom cementbruk löses salter ut. När saltlösningen rinner ut på stenen och kristalliserar bildas misspdyrande och svårslösliga beläggningar av kalciumkarbonat. Hos kalksten kan salter även kristallisera i stenens ytskikt och orsaka ytskadador i form av spjälkning och lossnade flagor/fragment.

- Använd anläggningscement, CEM I-BV/LA/SR, vid tillredning av fäst- och fogbruk. (Innehåller minst salter.)
- Avled och hindra vatten från att passera genom konstruktioner med bruk och sten.

Faktaruta 3.2

### 3.1.2 Laggbruk för montering av hällar och gatsten

Traditionellt används för laggbruk blandningsförhållandet C 100/300 – 100/400, dvs. 1 del cement till 3-4 delar ballast. Bruket ska vara viktproportionerat. (Om volymproportionering används måste den baseras på föregående vägning. Mätning ska ske med styva mätkärl av känd volym.) C-bruk innebär att bindemedlet utgörs av cement.

Bruk ska blandas i maskinblandare, helst i tvångsblandare. Små bruksmängder får blandas med maskinvisp. Det blandade bruket måste användas inom 2 timmar vid max 20°C (längre tid om retarder tillsatts.) Ballasten skall skyddas mot regn. Blöt ballast påverkar proportioneringen

Brukets konsistens är också viktig. En talande beskrivning av lämplig konsistens är "jordfuktig". Bruket ska kunna formas i handen (använd handskar) 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 då anpassning av höjden inte kan utföras genom nedbankning (dockning) av plattorna. För torrt bruk ger otillräcklig vidhäftning och undermålig hållfasthet/bindning. Bruket måste komprimeras omsorgsfullt så att det inte blir för poröst och för att undvika luftfickor. Om inte fullständig utfyllnad och god komprimering uppnås finns risk för sönderfrysning och urläkning.

### 3.1.3 Bruk/betong för montering av kantsten

Bruk/betong för sättning och motstöd av kantsten ska vara CEM II C20/25 sättnings S2 och med störs-

ta ballaststorlek 16 mm. Specificera vid beställning: Betong för kantstensgjutning. Rekommenderat sättningsmått 20-30 mm (Plastiskt).

### 3.1.4 Bruk till murar

Som monteringsbruk och fogbruk för murning av bruksmur användes cementbruk C 100/300 – C 100/400. Fogningen bör utföras med samma sorts bruk i samband med murning. När mjukare bruk krävs, t ex vid bruksmur av kalksten kan KC-bruk användas.

Vid montering av beklädnadsmur på upplag används cementbruk som bakstöd i form av banor eller klattar. För att få bruket att fästa på väggen (få "häng") och få det mer lättarbetat används tillsatsmedel. Bruket ska vara trögflytande med en konsistens som gör att det fastnar och hänger kvar. Se Natursten inomhus.

### 3.1.5 Bruk för dränerande bakgjutning

Cementbunden lättklinker för dränerande bakgjutning och dränerande beläggning tillreds med lättklinkerkulor med kornstorlek 2-6 eller 4-12 mm, beroende på skiktets tjocklek. Till en kubikmeter lättklinker används 170 kg cement (volymdelar 1:10). Cementen blandas med vatten till en smöraktig konsistens varefter den blandas väl med lättklinkerkulorna. Denna blandning ger, vid rätt utförande, en tryckhållfasthet på ca 0,6 MPa.

Som alternativ till cementbunden lättklinker kan cementbruk C 100/400 med ensgraderad ballast med kornstorlek ca 4-8 mm användas.

### 3.1.6 Cementslamma

Slamman (s.k. sluring) består av cement och vatten och används för att förbättra vidhäftningen mellan bruket och stenen. Den ska ha samma cementtyp som laggbruket. Konsistensen ska vara halvflytande och slamman ska användas senast 2 timmar efter blandning.

### 3.1.7 Fästmassa

Det ställs mycket höga krav på fästmassor för markbeläggningar. De utsätts för stora påfrestningar i form av bland annat frost. De måste också ha mycket god vidhäftningsförmåga för att klara temperaturörelserna, som kan bli relativt stora. Ofta krävs också att massans tjocklek kan anpassas efter underlag och ej helt jämntjock sten. Risk finns då för att man inte får fullständig utfyllnad vilket ger risk för fuktansamling och frostsprängning. S k dubbellimning bör användas, d v s fästmassa påföres både underlaget och plattans baksida vid montering.

Välj endast fästmassa som uttryckligen rekommenderas för detta ändamål av fabrikanten. Att det på förpackningen står att massan kan användas även utomhus innebär inte säkert att den är lämplig för detta ändamål. Vid tveksamhet bör man kräva att

leverantören lämnar garanti på fästmassan för den specifika användningen.

Fästmassa skall vara komponerad med lågalkaliskt bindemedel (CEM I-SR-LA).

Läggning i fästmassa utförs på betongunderlag och endast på ytor utan fordonstrafik.

### 3.1.8 Fogbruk och fogmassa

**Fogbruk:** Organiskt bruk avsett att fylla fogar mellan plattor och block.

**Polymermodifierade fogbruk** samt reaktionsbundna massor (bl a epoxi) avsedda att fylla fogar mellan fogplattor, tidigare benämnda *fogningsmassor*.

**Fogmassa:** Elastiska massor som används för att ta upp rörelser (mjukfog).

Dessutom finns andra metoder att förstärka fogarna, dels för att förhindra beväxning dels för att fogen ska bli hållbarare för att tåla trafik och sopning.

#### Exempel på fogmaterial

- Obundet fogmaterial, makadam, (krossmaterial)
- Fogmaterial, armerat med träfiber (lignin)
- Fogmaterial, armerat med växtfiber
- Fogmaterial med oljebaserat bindemedel
- Fogmaterial med inblandning av trasskalk
- Vax
- Asfalt
- Epoxi
- Cementbruk

Vissa av fogmaterialen kan vara svåra att avlägsna från stenen varvid de inte går att återanvända.

Faktabruta 3.3

Vid tillredning av cementbaserade fogbruk och fogningsmassor är det viktigt att inte för mycket vatten tillsätts. Risk finns då att fogens hållfasthet blir för låg.

#### Fogbruk

##### Platsblandat fogbruk

| Fogbredd (mm) | Ballast (mm) | Blandningsförhållande (Cement/ballasttal) |
|---------------|--------------|---|
| 3 - 6         | 0 - 4        | 100/200 - 100/300                         |
| 6 - 10        | 0 - 4        | 100/300 - 100/400                         |
| 10 - 20       | 0 - 8        | 100/300 - 100/400                         |

Tabell 3.4

Vid läggning i bruk fogas i allmänhet med fogbruk. Bindemedlet i fogbruket ska vara detsamma som i läggbruket, CEM I-BV/LA/SR, s.k. anläggningscement, se avsnitt 3.1.1. Ballastmaterialets siktkurva och fogbrukets blandningsförhållande anpassas till fogbredden. Den maximala kornstorleken i bruket bör inte överskrida 1/3 av fogbredden. Konsistensen ska vara relativt lösflytande för fyllning av tunna fogar men styvare vid bredare fogar som fogstryks.

Var uppmärksam på att bearbetning av våt fog ger cementanrikning i ytan och därmed en ljus färg medan bearbetning av fogen sedan den torkat något ger en mörkare färg.

Ofta används färdigblandat torrbruk med tillsatser för att förbättra vidhäftningen, öka eftergivligheten och öka beständigheten mot salter.

För platsblandat fogbruk gäller tabell 3.4.

#### Cementbaserade, fabriksblandade fogmassor

Fabriksblandade tillreds genom att endast vatten tillsätts. Massorna består av bindemedel, ballast och tillsatser bl a organiska. För fogning av markbeläggningar och trappor används för ändamålet specialkonstruerade massor som ger viss eftergivlighet.

#### Elastisk fogmassa

För rörelsefogar som ska ta upp rörelse i själva beläggningen samt mot anslutande byggnadsdelar ska elastisk fogmassa användas. Fogmassan ska vara avsedd för natursten i utemiljö (får inte missfärga stenen) och ha en rörelseupptagningsförmåga av minst klass 12,5 E enligt Hus AMA, tabell ZSB/1. Vissa silikonmassor kan ge fläckar på natursten. Välj en fogmassa som är avsedd för aktuell stensort. Bottenlistan får ej absorbera vatten och ska vara mjukare än den härdade fogmassan.

## 3.2 OBUNDET SÄTT- OCH FOGMATERIAL

### 3.2.1 Allmänt om sätt- och fogmaterial

Historiskt har naturgrus, kornstorlek 0-8 mm, från rullstensåsar använts för sättning och fogning av hållar/plattor och gatsten. Det är ett lämpligt material med liten finandel eftersom det är naturligt tvättat och har tillräckligt god dräneringsförmåga. Det naturliga gruset är dock en ändlig resurs och dess användning har därför av miljöpolitiska skäl succesivt begränsats och kommer i framtiden att tillåtas endast för speciella användningsområden.

Naturgruset har tidigare i stor utsträckning ersatts med stenmjöl. Detta består av fina fraktioner bergkross med kornstorlek från 0-2 mm till 0-8 mm med mycket stor finandel. Materialet blir tätt. Regn- och smältvatten dräneras inte bort utan blir stående under beläggningen. Vibrationer från trafik gör att finpartiklarna dispergeras, pumpas bort. Fogmaterialet och delar av sättmaterialet töms och beläggningkonstruktionen blir instabil. Stenmjöl uppfyller inte de tekniska krav som ger nödvändig stabilitet i beläggningen, speciellt inte om den belastas med fordonstrafik.

Makadam är bergkrossmaterial med kornfraktion mellan 2 och 63 mm. Som sätt- och fogmaterial är makadam med kornstorlek 2-4 eller 2-6 mm lämpligt för beläggningar med natursten.

Samkross är bergkrossmaterial med kornstorlek mellan 0 och 200 mm. Fraktionen 0-16 mm används som sättmaterial för vissa naturstensprodukter, som kantsten, trappor och pollare. Detta material är tätt och dränerar dåligt.

### 3.2.2 Sätt- och fogmaterial för beläggning av hållar/plattor och gatsten

Sätt- och fogmaterial för beläggning ska fungera tekniskt, vara tillgängligt med kort transportsträcka och vara entydigt att beskriva.

Makadam med kornstorlek 2-4 mm eller 2-6 mm med andelen < 2 mm mindre än 10% enligt siktkurva, fig 3.5 uppfyller de tekniska kraven, bland annat för dränering. Det finns tillgängligt på krosstationer över hela landet och är en vanlig fraktion. Det ska användas både som sättlager och till fogning.

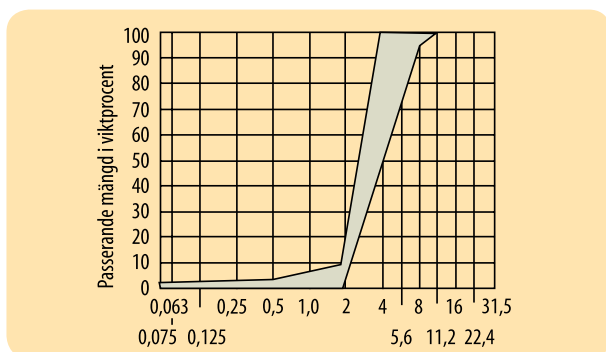


Fig 3.5 Siktkurva, makadam för sättning och fogning av plattor och gatsten.

#### VIKTIGT!

Använd makadam 2-4 eller 2-6 mm för sättning och fogning.

Stenmjöl innehåller alltid finandel och är ej lämpligt!

### 3.2.3 Sättmaterial för övriga stenprodukter

För sättning av kantsten, trappor, pollare, etc i obundet material används samkross 0-16 mm

## 3.3 ÖVRIGA MATERIAL FÖR MONTERING

### 3.3.1 Dräneringsskikt och dränerande bruk

Dräneringsskikt under läggbruk på altaner och liknande kan utföras som ett ca 10 mm jämntjockt skikt av enkornig sand, med 2-4 mm kornstorlek. (Finare fraktioner siktas bort).

Dränerande bruk används som avslutning av dräneringsskikt för att stänga inne obundet sättmaterial. Det kan tillredas som ett cementbruk C 100/400 med enkornig sand, med kornstorlek 2-6 mm.

På marknaden finns också speciella dränerande mattor och skivor att lägga under beläggningar. Dessa är försedda med kanaler som leder bort det vatten som tränger igenom beläggningen.

Se vidare i skriften "Riktlinjer för plattsättning på altaner och terrasser utomhus". Under utarbetande.

### 3.3.2 Tätskikt

Tätskikt under beläggning av natursten utförs, när så erfordras, enligt AMA Anläggning kap JBE, resp AMA Hus kap JSE.

### 3.3.3 Infästningsgods

I vissa fall ordnar man infästningar i stenen. Det kan t ex gälla räcken, kedjor mellan pollare, eller gångjärn för grindar. Alla fästen som monteras i stenen ska vara av rostfritt, syrafast stål. Risken är annars stor att järnet rostar och ger misspyrdande rostutfällningar. I värsta fall kan stenen spricka på grund av järnets volymökning, även om det är en natursten av hög kvalitet.

Ingjutning med svavel påskyndar rostningen och ska ej användas.

### 3.3.4 Lastupptagande mellanlägg och fogdistanser

Som alternativ till cementbruk för lastupptagning i horisontalfogarna (liggfogarna) kan lastupptagande mellanlägg av väder-/åldringsbeständig hårdplast användas. För att säkra minsta fogbredd vid beläggning av hållar är det lämpligt att vid monteringen använda distanser av trä (ek) eller plast.

### 3.3.5 Kramlor

#### Hällarkramlor

Kramlor för inhållning av murbeklädnad tillverkas av rostfri, syrafast plattstång eller tråd med korrosionsbeständighet lägst motsvarande kvalitet EN 10027-2/1.4436 (SS 14.2343). Val av stålets mekaniska hållfasthet och hårdhet görs utifrån aktuell belastning och kramlans utformning. Exempel på kramlor se fig 3.6 och 3.7. Monteringsmetoder finns i avsnitt 8.

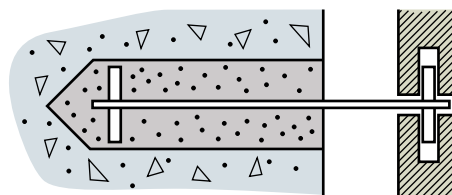


Fig 3.6 Hällarkramla av plattstång, ingjuten i betongstomme.

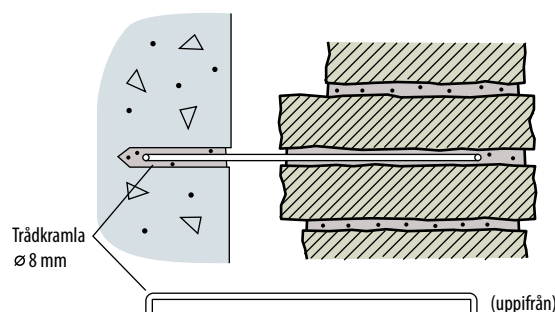


Fig 3.7 Hällarkramla av rundstång, ingjuten i betongstomme, monterad i fogar i mur av skivor (uppifrån)

#### Bärkramlor

Montering med bärkramlor utförs så att varje platta bärs för sig. Kramlorna utformas och dimensioneras på samma sätt som vid fasadmontering, se Natursten, Fasader. Fogning utförs med elastisk fogmassa som kan beströs med ett sandskikt, för att efterlikna bruksfog, innan den härdat.

# 4 MARKBELÄGGNING, PLATTOR OCH HÄLLAR



## 4.0 INLEDNING

Markbeläggningar med plattor och hållar används i vitt skilda miljöer som privata trädgårdar, offentliga torg och trafikerade gator. De olika miljöerna ställer olika krav på konstruktion och stenmaterial. I detta kapitel ges rekommendationer avseende val av material, ytbearbetning och konstruktion.

Beläggningsystemet för hållar, gatsten och kantsten, i obundet bärlager, ”halvelastisk beläggning” beskrivs i detalj i Bilagan ”Beläggning och överbyggnad i stadsliknande miljöer”

## 4.1 MATERIALVAL OCH YTBEARBETNING

### Att tänka på vid val av stenmaterial till markbeläggning:

- Trafikbelastning - dimensionering
- Halksäkerhet
- Framkomlighet/jämnhet
- Kontrast- och taktill markering
- Beständighet – frost/salt

Faktaruta 4.1

Sten används till beläggningar i utemiljön främst för sina goda mekaniska, kemiska och estetiska egenskaper. Natursten utstrålar beständighet och skapar atmosfär. Sten är ett mångskiftande material

som går att variera genom val av olika kulör, ytbearbetning och format till de flesta ändamål. Denna mångsidighet gör det också möjligt att göra kontrast- och taktilla markeringar som ökar tillgängligheten i utemiljön.

Flertalet stensorter kan med fördel användas som beläggningsmaterial i ytor utomhus. Vid val av stensort ska man dock beakta i vilken miljö stenen ska fungera och vilka laster plattorna kan förväntas bli utsatta för.

Silikatstenar som graniter och kvartsit- och fyllit-skiffrar är okänsliga för exempelvis tösalter medan kalkstenar och marmor inte är lämpliga där halkbekämpning med salt utförs. I kalksten och marmor tränger saltvatten in i ytporerna och vid uttorkning kristallerar saltet och spränger sönder stenen. En söndervittring kan i ogynnsamma fall gå mycket fort. Om beläggning med dessa stensorter önskas, måste ytorna hållas fria från salt. För att hålla undan snö och is rekommenderas underliggande värmeslingor.

Porösa sandstenar smutsas snabbt och är även känsliga för saltutfällningar eftersom de suger åt sig vatten. De används därför endast i undantagsfall som markbeläggning.

Kvartsitiska stenar (silikatsten) kan i princip användas till alla ytor medan kalksten lämpar sig bäst

för markbeläggning i parker och trädgårdar.

Ett allmänt krav på natursten är att hållarna ska vara fria från sprickor, borrhål, öppna klov, lösa fosil o dyl.

Hantverkskunnande och modern framställningsteknik gör att natursten kan levereras med många olika ytbearbetningar och i olika format, se tabell 4.8. Slipade och polerade eller enbart sågade plattor bör inte användas i utemiljö då dessa ytor blir mycket hala vid väta.

Av tabell 4.2 framgår vilka ytbearbetningar som är lämpliga för respektive stensort och typ av beläggning.

#### Rekommenderade ytbearbetningar för beläggningar

|                        | Gångyta<br>Trädgårdsbeläggning | Altan | Köyta |
|------------------------|--------------------------------|-------|-------|
| <b>Granitgruppen</b>   |                                |       |       |
| Råköpp/Råkilad         |                                |       | •     |
| Flammad                | ••                             | ••    | ••    |
| Krysshamrad            | ••                             | ••    | ••    |
| <b>Kalksten*</b>       |                                |       |       |
| Klovyta                | ••                             | •     |       |
| Tophyvlad              | ••                             | ••    |       |
| Hyvlad                 | ••                             | ••    |       |
| Flammad                | ••                             | ••    |       |
| Krysshamrad            | ••                             | ••    |       |
| Antikbearbetad         | ••                             | ••    |       |
| <b>Kvartsitskiffer</b> |                                |       |       |
| Klovyta                | ••                             | ••    | ••    |

•• Mycket lämplig      • Lämplig

\* Kalksten är känslig för salter och kan ej användas på ytor som tösaltas

Tabell 4.2

För val av stensort, ytbearbetning och definition/beskrivning av ytbearbetningar, se Natursten, delarna Allmänt och Stenkartotek.

### 4.1.1 Granit

Inom granitgruppen finns många olika kulörer, texturer och ytbearbetningar. Från ljust grå till svart eller från enhetligt rödgrå till livligt mönstrad sten i rött och blågrått, omfånget är stort. Det finns mycket att välja av vid skapande av markbeläggningar. Gemensamt för stentypen är stor motståndskraft mot avnötning och mycket god beständighet. Följande ytbearbetningar är de vanligast förekommande på hållar/plattor av granit för användning till markbeläggning.

*Flammad yta.* Bearbetningen lämpar sig väl när man vill behålla stenens textur och naturliga lyster. Ytan är sträv och halksäker. Används till gångbanor, ytor med fordonstrafik, torg, gågator, terrasser, altaner, etc

*Krysshamrad yta* (benämns också gradad). Bearbetningen utförs vanligen på sågade plattor. Grad 2 lämpar sig bäst för tjockare plattor utomhus, medan grad 3 används för tunnare plattor (30 – 50 mm tjocklek) med lättare trafik och gångtrafik. Ytan är mycket sträv och halksäker. Används till gångbanor, ytor med fordonstrafik, torg, gågator, terrasser, altaner, etc

På krysshamrade och flammade plattor med sågade sidoytor bör ovankanterna dövas eller fasas upp till 3 mm. En sådan fasning fyller två goda funktioner. Det utsatta, synliga hörnet blir mindre känsligt för utspjälkning samtidigt som hela beläggningen blir mer gångvänlig.

Undersida och sidoytor utförs normalt sågade på granit. Undantag är råkilade och flammade plattor som även utförs med råkilade/klippta sidor.

*Råkilad yta* används på graniter som har god klyvbarhet. Stenens klyvegenskaper avgör hur jämn/plan den färdiga ytan blir. Ytan är vanligen grov och ger vid fordonstrafik buller och vibrationer, vilket kan utnyttjas för att sänka hastigheten.

*Råköpp* är en råkilad yta där kanterna har satts till, så att fogkanterna ligger i samma plan. Fogsprången och snubbelrisken blir därmed mindre än vid råkilad yta.

#### VIKTIGT!

Plattor med tjocklek 40 mm eller mindre tenderar i samband med krysshämring eller flamning att bli konvexa. För att få en jämn yta på den färdiga beläggningen (minimera fogsprången mellan plattorna) bör man därför inte välja alltför långa plattor.

### 4.1.2 Skiffer

Kvartsitskiffer passar speciellt bra som markbeläggning utomhus på grund av den höga böjhållfastheten och den naturliga klovytan, som gör den halksäker. På grund av relativt täta klov är det sällan möjligt att få skifferplattor tjockare än 80 mm. Den höga böjhållfasthet gör dock att bärigheten, hos en 60 mm tjock kvartsitskiffer kan jämföras med en 80 mm tjock granitplatta.

Lerskiffer har sämre motståndskraft mot nötning och är inte alltid färgstabila utomhus.

*Klovyta.* Klovytan är den naturliga, råa överytan som uppstår vid klyvning och är mest använda ytan på skiffer. Ytans karaktär, råhet och struktur varierar mellan olika skiffertyper och i viss mån inom respektive skiffertyp. Används till gångbanor, torg, gågator, terrasser, altaner, etc

*Borstad yta.* Vissa skiffersorter kan levereras med borstad yta, som ger ett jämnare och mer "avslipat" intryck än klovytan.

### 4.1.3 Kalksten

Kalkstenarna finns i naturnära kulörer från ljus beige över olika nyanser av grått och gråbrunt till nästan svart. Olika nyanser av rödbrunt förekommer också.

**VIKTIGT!**

Kalksten är känslig för salter. Använd inte kalksten där tösaltning förekommer direkt på ytan eller där man kan dra med sig salt från angränsande ytor.

I utemiljön används vanligen relativt grova ytbehandlingar, som ger stenen en "mjukare" karaktär. De vanligast bearbetningarna för utemiljön listas nedan.

*Klovyta.* Ytan har relativt stora pottor och knölar. När klovytan är nylagd kan små flisor lossna, varför den inte bör användas vid barfotatrafik. Används till terrasser, uteplatser, parkvägar, etc.



Fig 4.3 Toppfylade kalkstenshällar i fallande längder

*Toppfylad.* Topparna på den naturliga klovytan på kalksten har hyvlats av så att ytan i stort sett är plan men med kvarvarande pottor. Används exempelvis till altaner och runt pooler.

*Hyvlad.* Den hyvlade ytan utgår från en sågad yta. Den får en repad karaktär med utspjälkningar och finns i tre grader: Fin-, normal- och grovhyvlad. Hyvlad yta är lämplig till exempelvis altaner och runt pooler.

*Krysshamrad* yta är vanligast förekommande på trappor och poolkanter där den ger en mycket halksäker yta.

*Flammad* yta är plan och halksäker. Används exempelvis till gångbanor, terrasser, altaner, etc.

*Antikbearbetad yta.* Den toppfylade ytan efterborstas grovt eller slipas. Olika kombinationer av bearbetningar kan tas fram för att anpassas till äldre

stenarbeten. Antik och rustik är olika namn på olika antikbearbetningar, men dessa namn har olika innebörd beroende på leverantör. Begär alltid provbitar innan leverans för att säkerställa vilken typ av antikbearbetning som är lämplig. Används huvudsakligen vid komplettering av äldre markbeläggning men förekommer också på ytor där man vill ha ett "gamalt" utseende.

### 4.2 MÖNSTER, DIMENSIONER OCH TOLERANSER

För beläggningar utomhus tillverkas naturstensplattorna vanligen i tjocklekar från 30 mm och uppåt. Vissa stensorter kan dock fås i tjocklekar ner till 10 mm. Vid val av tjocklek ska trafikbelastningen beaktas noggrant. En platta för enfamiljshusets altan behöver av naturliga skäl inte ha samma tjocklek som en platta i gatan där buss eller tung lastbilstrafik ska ta sig fram. Om läggning sker i cementbruk på stabilt underlag kan hällens tjocklek vara mindre än om den läggs i sand.

Plattor levereras i den bredd och längd som önskas för det specifika projektet. För att kunna välja rätt format är det viktigt att veta vilka laster plattan kommer att utsättas för, underkonstruktionens uppbyggnad och om plattan ska läggas i sand eller bruk. Breda och långa plattor ställer stora krav på underlagets jämnhet och bärighet. Långa och smala plattor har dessutom sämre hållfasthet mot knäckning än korta och mer kvadratiska.

En markbeläggning där plattkanterna är lätt avfasade har ett gynnsamt verkningssätt. Beläggningen blir lättare att rengöra och risken att enstaka plattor skadas vid exempelvis temperaturrörelser eller snörojning minimeras.

Om plattor kombineras med gatsten i gångytor är det lämpligt att den sida som ansluter till gatstenen utförs med råkilad eller klippt kant för att bättre anpassas mot den råa ytan på gatstenen.



Fig 4.4 Granithäll med klippt kant mot gatstensbeläggning

Arean på en enstaka platta bör endast i undantagsfall, eller som passbit mot fast annan anläggning, understiga 0,1 m<sup>2</sup>. Vid läggning av plattor i fallande längder, ska fogförskjutningen vara minst en femtedel av plattans bredd, dock minst 100 mm

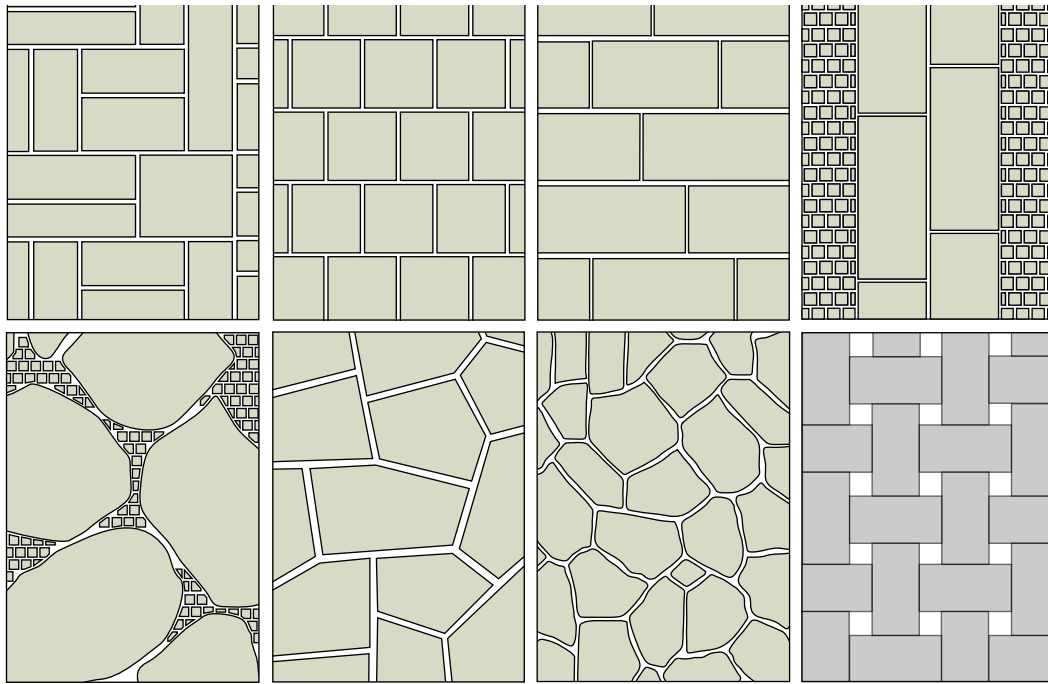


Fig 4.5 Olika läggings-mönster.

Undre raden längst t h visar ett dränerande mönster



För att ett oregelbundet mönster ska bli harmoniskt bör man tänka på följande:

- Inga genomgående fogar. (En fog bör inte korsa mer än tre tvärfogar)
- Inga "kryssfogar", där fyra hållar möts till ett kryss.
- Inga urtag i stenar.
- Inte för många hållar med parallella sidor.

Faktaruta 4.7

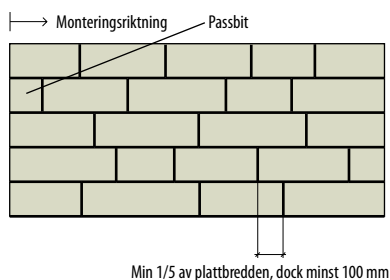


Fig 4.6 Beläggning med plattor i fallande längder

### 4.2.1 Mönster

Natursten ger många möjligheter till mönster i beläggningen, dels genom formgivning av plattorna, dels genom att i kombination nyttja de olika kulörer, stensorter och ytbearbetningar som finns tillgängliga.

Det vanligaste och oftast billigaste alternativet, är beläggning med plattor av samma stensort i fallande längder och med ensartad bredd. Längden varierar då vanligen slumpvis mellan 1,5 och 3 gånger bredden. För olika stensorter kan den maximala längden vara begränsad. För att enkelt förstärka mönsterver-

kan kan varierade plattbredder ge ett gott resultat. Kvadratiska eller rektangulära plattor kan läggas i olika mönster eller förband, likväl som kvadratiska plattor i dubbelbredd kan utgöra mönster i en beläggning med fallande längder.

Gnejs och kvartsit med ådrad textur kan ge livfulla mönster liksom hyvelriktningen hos hyvlad kalksten. Plattor med ådrad struktur har i allmänhet olika hållfasthet i olika riktningar, vilket man bör ta hänsyn till.

Plattor med den naturliga klovytan hos skiffer kan till exempel ställas mot gatsten och ge effektfulla mönstereffekter. Sten med avvikande kulör eller ytbearbetning kan med fördel användas för att markera gångstråk och avgränsningar.

Oregelbundna plattor tillverkas av kalksten och skiffer och är ett billigt material. Montering av dessa plattor tar längre tid och ställer större krav på montören, inte minst därför att viss huggning/passkapning måste utföras i samband med montering.

### 4.2.2 Dimensioner

Naturstensplattor till markbeläggningar bör ha en area på minst 0,09 m<sup>2</sup> (300x300 mm). Kvadratiska plattor tål tyngre trafik än långsmala med samma tjocklek. Vid läggning i bruk på stabilt underlag av t ex betong kan tunnare plattor väljas än vid läggning i sand.

Plattornas tjocklek anges antingen med nominellt mått, t ex 40 mm (ev med angiven tillverknings-tolerans) eller med intervall inom vilket tjockleken

**Vanliga dimensioner för markbeläggningar av rektangulära plattor/hällar med sågade kanter**

(Se även tabell 4.20 Trafikklasser)

|                      | Fallande längder <sup>1</sup><br>Bredd | Max längd <sup>1</sup> | Andra vanliga format               | Tjocklek                   |
|----------------------|--|------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| <b>Granit</b>        |  |                        |                                    |                            |
| Kryssharnad          | 200, 300, 350, 400                     |                        | 300x300, 400x400, 500x500, 400x600 | 30, 40, 60, 80, 100, 120   |
| Flammad              | 200, 300, 350, 400                     |                        | 300x300, 400x400, 500x500, 400x600 | 30, 40, 60, 80, 100, 120   |
| Råkilad <sup>2</sup> |  |                        |                                    |                            |
| <b>Skiffer</b>       |  |                        |                                    |                            |
| Klovyta              | 300, 350, 400                          | 1000                   | 300x300, 350x350, 400x400          | 10-20, 20-30, 30-40, 40-60 |
| <b>Kalksten</b>      |  |                        |                                    |                            |
| Klovyta              | 300, 350, 400, 500                     | 1200                   | 300x300, 400x400                   | 20-40, 40-80               |
| Topphyvlad           | 300, 350, 400, 500                     | 1200                   | 300x300, 400x400                   | 40, 20-40, 40-80           |
| Hyvlad               | 200, 300, 350, 400                     | 1200                   | 300x300, 400x400                   | 40, 20-40, 40-80           |

1 För fallande längder är längden normalt 1,5-3 gånger plattans bredd. Plattans maximala längd kan vara begränsad, beroende på material och trafikbelastning

2 Råkilad yta produceras under vissa förutsättningar. Kontakta leverantören för överenskommelse om toleranser, etc

Tabell 4.8

varierar, t ex 30-50 mm. Plattor med jämn tjocklek bör väljas för att underlätta läggningen.

Hänsyn tas till belastning och underlag vid dimensionering. Se även avsnitt 4.4 där vägledning vid projektering och utförande lämnas. Se tabeller 4.8, 4.11, 4.13 och 4.20 samt avsnitt 4.2.3, toleranser

Klippta kantsidor på plattor får innehålla max 10 mm knölar.

För avledning av vatten tillverkas speciella rännalsplattor på beställning. Rännan utformas lämpligen i dialog mellan leverantör och beställare.



Fig 4.9 Rännal i torgyta

**Skiffer**

Skiffer klyvs till plattor med varierande tjocklek.

Vissa skiffertyper, speciellt fyllitskiffer kan i stort sett klyvas till den tjocklek man önskar. För kvartsitiskifferna styr dock stenmaterialet och dess glimmerskikt var man kan klyva. Notera den stora skillnaden i egenskaper hos kvartsit- resp lerskiffer.

Plattorna sorteras vanligen i tjockleksintervall, till exempel 20-30 mm, inom vilka gränser tjockleken varierar. För speciella ändamål kan skiffern fräsas till jämn tjocklek.

Det är tryggast att använda relativt tjock sten i utemiljön. Om stenen inte är lagd i bruk bidrar storlek, tjocklek och egenvikt till att plattan ligger stilla.

Kanterna utförs ofta sågade. De flesta skiffersorterna kan även levereras med huggna/bräckta kantsidor. Oregelbundna hällar har vanligen detta utförande.

Skiffer för beläggningar i utemiljön kan indelas i tre huvudgrupper:

*Rektangulära eller kvadratiska plattor*, "hällar", kan ha sågade eller huggna kanter. Skiffer levereras vanligen i fallande längder med maximalt 1 m långa plattor.

*Oregelbundna hällar* utan bestämda format och med varierande storlek. Oregelbundna hällar används mycket i offentlig miljö, men används i ännu större utsträckning i den privata trädgården och är den typiska "gör det själv" -skifferprodukten.

*Trampstenar*, "elefantfötter" är grovt tillpassade hällar, vanligen med avrundad form, som läggs ut som gångstråk i parker eller trädgårdar. Tjockleken på trampstenarna är oftast 30-40 mm och dimensionerna är vanligen 300-500 x 400-600 mm, anpassade till normal steglängd.



### Dimensioner för markbeläggningar av oregelbundna plattor/ hällar altaner/gångar

|                      | Storlek (antal/kvm) | Tjocklek        |
|----------------------|---------------------|-----------------|
| <b>Granit</b>        |                     |                 |
| Kryssharnad          | 3-8                 | 30, 40          |
| Flammad              | 3-8                 | 30, 40          |
| Råkilad <sup>2</sup> |                     |                 |
| <b>Skiffer</b>       |                     |                 |
| Klovyta              | 3-8                 | 10-20,<br>20-40 |
|                      | 8-12                | 10-20           |
| <b>Kalksten</b>      |                     |                 |
| Klovyta              | 2-5                 | 50-90           |
|                      | 3-7                 | 30-50,<br>50-90 |
| Topphyvlad           | 2-5                 | 50-90           |

2) Råkilad yta produceras under vissa förutsättningar. Kontakta leverantören för överenskommelse om toleranser, etc

Tabell 4.11

### Rekommenderade bredder och toleranser på fogar i markbeläggningar med plattor/hällar

|  | Fog med obundet material | Bruksfog |
|--|--------------------------|----------|
| Rektangulära plattor med sågade kanter | 6±3                      | 8±3      |
| Rektangulära plattor med huggna kanter | 10-20                    | 10-20    |
| Oregelbundna plattor med huggna kanter | 10-40                    | 10-40    |

Anm: Fogtoleranserna är beroende på toleransen hos stenplattorna.  
Sortering av plattor kan bli nödvändig för att innehålla toleranserna.

Tabell 4.12



Fig 4.10 Rektangulära skifferplattor med klovyta i bestämda format på gångyta.

### Av STEN rekommenderade dimensionstoleranser för plattor/hällar

(I princip enligt SS-EN 1341, klass 2)

#### Tillåten avvikelse från längd och bredd

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| Sågad kant ≤ 700 mm            | ± 2  |
| Sågad kant > 700 mm            | ± 3  |
| Kilad/klippt <sup>1</sup> kant | ± 10 |

#### Skillnad mellan överytans två diagonaler

|                     |   |
|---------------------|---|
| Diagonaler < 700 mm | 3 |
| Diagonaler 700 mm   | 6 |

#### Tillåten avvikelse i tjocklek

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Tjocklek ≤ 30 mm         | ± 10 % |
| 30 mm ≤ Tjocklek ≤ 80 mm | ± 3    |
| Tjocklek > 80 mm         | ± 4    |

#### Tillåten avvikelse från kantraktet

|                         | Finbearbetad yta | Grovbearbetad yta |
|-------------------------|------------------|-------------------|
| Längsta raka kant 0,5 m | ± 2              | ± 3               |
| Längsta raka kant 1 m   | ± 3              | ± 4               |
| Längsta raka kant 1,5 m | ± 4              | ± 6               |

#### Tillåten avvikelse i jämnhet för överyta

|                  | Max konvex avvikelse |               | Max konkav avvikelse |               |
|------------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|
|                  | Finbearbetad         | Grovbearbetad | Finbearbetad         | Grovbearbetad |
| Mätlängd 300 mm  | 2                    | 3             | 1                    | 2             |
| Mätlängd 500 mm  | 3                    | 4             | 2                    | 3             |
| Mätlängd 800 mm  | 4                    | 5             | 3                    | 4             |
| Mätlängd 1000 mm | 5                    | 8             | 4                    | 6             |

Kanter angivna som vinkelräta eller skarpa får ha en fas, "dövning", på max 3 mm.

Eventuella fasade eller rundade kanter får maximalt avvika ± 2 mm från uppgivna mått på fasen

1) Kilad, huggen, knäckt, etc.

Tabell 4.13

### Kalksten

Rektangulära plattor levereras vanligen med fallande längder upp till 1200 mm längd. Tjockleken varierar vanligen inom intervallet 40-80 mm. Jämntjock sten,  $40 \pm 2$  mm, levereras också. Undersidan kan vara sågad, hyvlad eller klovyta.

Oregelbundna plattor med klovyta, topphyvlad eller hyvlad yta levereras med en snittstorlek på ca  $0,35 \text{ m}^2$  (2-5/kvm) och har en tjocklek mellan 50-90 mm. Undersidan kan vara klovyta, hyvlad eller sågad.

Oregelbundna plattor med klovyta levereras också med en snittstorlek på  $0,2 \text{ m}^2$  (3-7/kvm) och sorteras då i två tjockleksintervaller, 30-50 och 50-80 mm. Undersidan har också klovyta.

Trampstenar, "elefantfötter" levereras med tvär-  
mått 400-600 mm tjocklek 50-90 mm.



Fig 4.14 Altan med topphyvlad kalksten i oregelbundet mönster.

#### 4.2.3 Toleranser

Svensk Standard SS-EN 1341 anger krav på tillverkningstoleranser och provningsmetoder för plattor till markbeläggningar. Tillverkningstoleranser anges i två olika klasser, en snävare, klass 2, och en vidare, klass 1. Observera att klass med lägre nummer anger vidare toleranser än klass med högre nummer. Allmänt kan man säga att vidare tolerans ger en billigare platta, men också en dyrare montering om kravet på den färdiga belägningens planhet ska kvarstå.

För helt råkilade/klippta plattor gäller inga krav, utan här måste brukare och tillverkare komma överens om vilka gränser för avvikelser som ska gäl-

la. Man bör då också komma överens om kriterier för hur mätning och kontroll ska utföras.

SS-EN 1341 listar de maximala avvikelser som för varje klass får förekomma beträffande planmått (längd och bredd), diagonalmått (skillnaden mellan plattans båda diagonaler), tjocklek, planhet och kantraktet.

I tabell 4.13 redovisas de av STEN rekommenderade toleranserna, som i princip överensstämmer med klass 2 enligt SS-EN 1341.

I vissa fall kan det vara lönsamt att använda sten med snävare tjocklektoleranser för att rationalisera monteringen.

### 4.3 FOGAR

Fogens uppgift är att hålla hällarna på plats och ta upp horisontella skjuvkrafter, orsakade av bland annat broms- resp. accelerationskrafter och vridande krafter vid fordonstrafik. Dessa krafter balanseras av mothåll av olika slag, till exempel kantsten och det är fogens uppgift att överföra dessa motkrafter och hålla hällen på plats. För att klara denna uppgift får fogen inte vara för bred. Fogens uppgift är även att förhindra att hällar stöter emot varandra och orsakar utspjälkning av kanterna. Därför rekommenderas att distanser av plast eller trä (mer miljövänligt) läggs in i fogarna vid monteringen. De kan klistras på stenens kant och sitta kvar i fogen.

Beläggning utförs alltid med fogar!

Fogarna fyller en viktig funktion genom att sprida lasterna i belägningen och de måste vara väl fyllda



Fig 4.16 Distanser i fogarna hindrar att hällarna stöter emot varandra

Fogarna ska vara väl fyllda för att plattorna i beläggningen ska samverka och fördela lasten över en större yta.

Fogarna anpassas till underlaget (bärlagret). Vid ej dränerat underlag utförs så täta fogar som möjligt medan man kan utföra dränerande fogar om underlaget är vattengenomsläppligt.

Vatten får inte bli stående i beläggningsskiktet. Då finns stor risk för att plattorna lossnar på grund av frost och trafik som ”pumpar” bort sanden.

För att undvika problem med att fogen sugts upp vid renhållningsarbeten kan man stänga av sugfunktionen eller använda olika sorters fogbruk och tillsatser som finns på marknaden. Se faktaruta 3.3.

#### 4.3.1 Fogbredder

Rekommenderade bredder för fogar i markbeläggningar av plattor/hällar framgår av tabell 4.12. Här redovisas också av STEN rekommenderade toleranser.

#### 4.3.2 Fogning med obundet material, makadam

Fogning med obundet material ger en flexibel beläggningssyta som kan ta upp rörelser i underlaget på ett fördelaktigt sätt och rekommenderas därför vid läggning i sand.

Fogmaterial enligt 3.2.5 borstas ner i fogarna genom att kvasten förs diagonalt över beläggningen. Efter första fyllningen vattenbegjuts fogarna så att sanden packas. Därefter utförs ny fogfyllning med följande eftervattning. Komplettering med fogsand utförs därefter vid behov under beläggningens två första år.

Det är av stor vikt att fogfyllningen utförs noggrant och eftervattnas. En väl utförd fogning ger markbeläggningen den stabilitet som krävs för att plattorna inte ska stöta emot varandra med utspjälkningar i plattkanterna som följd. Fogarna ska vara ordentligt fyllda så plattorna låser ordentligt i varandra. På detta sätt undviks förskjutningar av plattor i den lagda ytan.

Oregelbundna plattor kan fogas som ovan och fogbredden avgörs av hur noggrant man vill att sammanfogningen av plattorna ska utföras. Rekommendationerna om fogbredder i tabell 4.12 avser relativt väl sammanhugget mönster. Ett alternativ till fogfyllning enligt ovan, kan vara att utföra fogning med någon form av trampväxter eller med gräsarmering. Andra utföranden kan föreskrivas och stora hällar kan till exempel läggas med breda fogar som fylls med smågatsten.

Beläggningar med liten trafik, t ex mittresor, refuger, runt sittmöbler, o dyl, utsätts för ogräsbeväxning. För att undvika växning kan ogräshämmande fogmaterial användas.

#### 4.3.3 Fogning med cementbruk

Fogning med cementbruk rekommenderas för beläggningar lagda i bruk.

Fogfyllning utförs med cementbruk 1:3 med där-

för avsedd fogslev. Före fogning ska plattornas fogsidor fuktas så att bruket får god vidhäftning mot stenen. Fogen ska fyllas helt och tryckas till så, att inga fickor eller utrymmen finns kvar där vatten kan samlas och senare orsaka frostsador. Fogen kan aldrig bli helt vattentät, men tillsatser kan förbättra vidhäftning, täthet, eftergivlighet och saltbeständighet så att vattengenomträngningen minimeras.

Fogen ska hållas fuktig minst 7 dygn efter fogningen.

Som alternativ till platsblandat cementbruk finns färdiga torrprodukter i säck, som blandas med vatten på förbrukningsstället.

Vid fogning med bruk kan ytan tidigast beträdas två dygn efter fogning.

Vädskydd ska alltid finnas på plats innan arbetet påbörjas. Dess uppgift är att skydda mot solstrålning, nederbörd, temperaturvariationer och vind. Pressning får inte ligga direkt mot stenen utan minst ca 50 mm ovanför. Använd bräddor eller liknande som distans (dock ej rostande eller missfärgande material, eftersom det ofta blir kondens under pressningen). Se avsnitt 3, Material för montering

#### 4.3.4 Gräsfog

På oregelbunden sten kan fogen utföras som gräsfog. Man fyller då fogen med fogsand upp till de sista 20 mm som fylls med jord och frö. Jord och frö kan man blanda i en betongblandare och sedan sopas ned i fogarna, varefter man vattnar.

### 4.4 PROJEKTERING OCH MONTERING

Det är viktigt att vid projektering ange stensorter, ytbearbetningar och dimensioner.

Vid läggning av plattor i fallande längder ska fogförskjutningen mellan plattorna vara minst 1/5 av plattans bredd, dock minst 100 mm. Se fig 4.6.

#### 4.4.1 Val av konstruktion

Val av konstruktion/uppbyggnad för markbeläggningen görs under projekteringen. Hänsyn tas då till beläggningens funktion och vilken trafikbelastning den kommer att utsättas för. Se även tabell 4.21

#### Efter trafikbelastning kan man indela markbeläggningarna i olika kategorier

- Gatubeläggning (biltrafik), olika trafikklasser
- Gång- och cykelbanor (huvudsakligen persontrafik)
- Trädgårdsbeläggningar
- Altaner

Faktaruta 4.17

Markbeläggningar med hällar utförs vanligen enligt en av grundprinciperna i faktaruta 4.18.

**Olika uppbyggnad av markbeläggning. Plattor/hällar lagda i**

- obundet sättlager med fogar av obundet material
- cementbruk med bruksfogar
- cementbruk på underlag med tätskikt, med bruksfog (altaner, o dyl)
- obundet sättlager på underlag med tätskikt, med obundet material.

Faktaruta 4.18

Beroende på beläggnings funktion och belägenhet måste man, förutom estetiska aspekter, även ta hänsyn till bl.a. följande faktorer.

**Viktigt vid val av konstruktion för markbeläggning med plattor/hällar**

- Underlagets konstruktion och dimensionering
- Aktuell trafikbelastning
- Andra belastningar (snöröjning, saltning, sopning, e.t.c)
- Tillgänglighetskrav
- Krav på dränering
- Stenens dimensioner
- Stenens tekniska egenskaper

Faktaruta 4.19

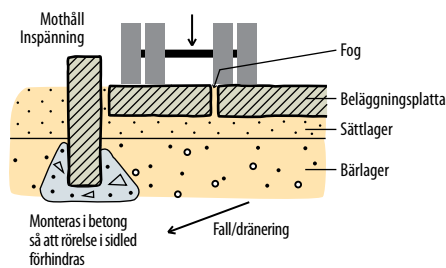


Fig 4.20 Systemet är helt beroende av fullständig samverkan mellan de ingående komponenterna. Styva, linjära komponenter: plattor, mothäll av natursten och betong, stål. Eftergivliga, icke-linjära komponenter: obundna lager och fogar. Fall/dränering/sätt-/fogmaterial: Vatten får ej bli stående i fogar eller sättlager (= använd ej stenmjöl)

**4.4.2 Dimensionering**

Beläggningsen är en del av ett smaverkande system bestående av platta-fog-sättlager-mothäll. Var och en av dessa fyra komponenter samt dränering är en del av en kedja, som i sin helhet måste fungera tillfredsställande. Se fig 4.20.

Avgörande för dimensionering av plattan/hällen är de krafter som beläggningsen utsätts för. Vid fordonstrafik är de viktigaste krafterna:

**Viktiga fordonskrafter som påverkar beläggningsen**

- Vertikala krafter, som orsakas av passerande fordon, men också av vibrationer och rörelser i underlaget
- Horisontella krafter, som direkt orsakas av fordonens broms- och accelerationskrafter samt dess vridande/svängande hjul, men också indirekt av de krafter som uppstår genom omlagring i överbyggnadens lager på grund av trafikbelastningen

Beläggningsens komponenter har hållfasthetseg-

skaper med olika karaktär. Plattan/hällen är styv med linjära egenskaper medan fog- och sättlager är eftergivliga med icke-linjära egenskaper. Teoretiskt innebär detta att en styv platta, som inte brister vid första överfarten eftersom fordonets tyngd (vertikalkraft) inte överskrider plattans brottlast, skulle klara alla kommande överfarter med samma last, det vill säga vara oberoende av antalet överfarter och därmed inte påverkas av trafikklass. Detta förutsätter dock att de andra komponenterna, sättlager, fog och mothäll är oförändrade. De eftergivliga, icke-linjära komponenterna, sättlager och fog, komprimeras och förlorar sin fasthållande/bärande funktion eller helt enkelt försvinner. Då ändras positionen och andra förutsättningar för plattorna. Påkänningen på dem ökar och de kan skadas eller brista. Vid läggning i obundet material blir påkänningarna större än vid läggning i bruk.

Det kan se ut som om problemet ligger i stenen, med det är mycket sällsynt, utan bristen ligger hos övriga komponenter i beläggningsen.

Förändringen i sättlager och fog ökar med antalet överfarter och därmed ökas i samma grad indirekt förutsättningarna för plattorna med antalet överfarter. Detta innebär att man vid beräkning av plattdimensioner även måste ta hänsyn till trafikklass och därmed tillhörande brottlast enligt tabell 4.21.

Vid läggning av stenhällar är det svårt att åstadkomma fullständig anliggning mot underlaget. Därför blir stenen i praktiken utsatt för böjpåkänningar. Nedanstående beräkningsmodeller bygger på detta.

En förutsättning för gott resultat är alltid att underlaget är rätt dimensionerat och utfört samt att beläggningsen ligger inspänd mellan stabila kantstöd.

Dimensionering enligt nedan är grundad på beräkningsmodell enl SS-EN 1341, med utgångspunkt från böjdraghållfasthet, provad enl SS-EN 12372 och ger endast en grov vägledning.

Vid tveksamhet eller större projekt med kraftig trafik bör hela plattor av aktuell stensort provas som underlag för dimensionering.

Enligt tabell 4.21 väljs stentjocklek med utgångspunkt från trafikklass, stenens böjållfasthet och format.

Beräkning av plattans tjocklek görs utifrån stenens böjållfasthet som bestäms enligt SS-EN 12372 med antagande av upplag vid plattans ändar och en linjelast mitt på.

$$t = \sqrt{\frac{1,6 \times 1500LP}{R_{cf}W}}$$

- P - den brottlast som resp trafikklass väntas ge (KN)
- $R_{cf}$  - stenens böjållfasthet (MPa)
- W - plattans bredd (mm)
- t - plattans tjocklek (mm)
- L - plattans längd (mm)

Anm1 Värdet 1,6 är infört som en säkerhetsfaktor för

att kompensera för bristen i överensstämmelse mellan faktisk brottlast vid fullskaleprovning och den beräknade. Anm2 Alla mått är tillverkningsmått och ekvationen gäller upp till maximalt 900 mm

**VIKTIGT!**

Observera att böjhållfastheten är proportionell mot kvadraten på plattans tjocklek!  
En 80 mm platta tål nästan dubbelt så stor last som en med 60 mm tjocklek!

**Räkneexempel:**

Brottlast 14 kN

Plattdimensionen 300x600 mm

Sten med hög böjdraghållfasthet, 20 MPa

Ger en minsta plattjocklek av 58 mm

Sten med låg böjdraghållfasthet, 10 MPa kräver under samma förutsättning tjockleken 82 mm

| Tabell som vägledning vid uträkning av stentjocklek med utgångspunkt från trafikbelastning |                    |   |   |
|--|--------------------|---|---|
| Trafikclass enl Väg 94   | Beräknad Brottlast | Tillåtet antal överfarter standardaxlar | Beskrivning (exempel)                                   |
| G*   | 3,5                | 0                                       | Innergård   |
| GC   | 6                  | 0                                       | Gång- och cykelväg, garageinfart                        |
| 0*   | 9                  | < 50 000                                | Lågtrafik, lättare varutransport, parkering personbilar |
| 1a   | 11                 | 50 000 - 250 000                        | Brandväg, torgytor, gågator                             |
| 1b   | 14                 | 250 000 - 500 000                       | Mindre gator  |
| 2  | 25                 | 500 000 - 1 000 000                     | Gator, vägar  |

Tabell 4.21 Vid ytor med trafikclass 1 eller högre ska plattjockleken vara minst 60 mm.

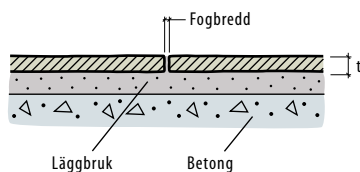
**4.4.3 Ytor med gångtrafik,läggning i bruk**

Fig 4.22 Lläggning av hällar i bruk på underlag av betong.

Lläggning i bruk utförs antingen på underlag av väl packad samkross, 0-16 mm, eller på gjuten betongplatta. Observera att jordfuktigt cementbruk har begränsad beständighet mot saltvittring. På ytor som utsätts för saltbelastning måste man därför räkna med omläggning efter ca 10-15 år.

Betongunderlag fuktas före utläggning av läggbruk. Bruket skall ha en tjocklek av 40-60 mm. Hällar med grov undersida fuktas före sättning och stenar med slät undersida slammas med cementslamma. Hällarna stöts fast i sättbruket med en docka/stöt/jungfru så att bruket blir väl komprimerat.

Fogning påbörjas tidigast ett dygn efter sättning. Fogbruk packas i fogen med en fogslev. Vissa färdigblandade fogbruk kan appliceras på annat sätt, följ då leverantörens anvisningar. Efter fogning rengörs stenytan mycket noggrant från rester av cement.

Nylagd stenyta får, under gynnsamma förhållanden, +20° C, tidigast beträdas av gångtrafik 2 dygn efter läggning och av annan trafik 7 dygn efter läggning. Avstängningstiden bör förlängas vid lägre temperatur.

Vid läggning och fogning med cementbruk ska ytan läggas med fall så att regnvatten kan rinna av naturligt.



Fig 4.23 Topphyvlad kalksten i oregelbundet mönster runt pool.

**4.4.4 Ytor med gångtrafik, läggning i cementstabiliserat grus**

Lläggning i cementstabiliserat grus är ett mellanting mellan läggning i bruk och läggning i sand. Montering går till på samma sätt som vid läggning i bruk ovan men bruket ersätts med ett torrbruk utan vattentillsats. Plattorna/hällarna stöts ner i torrbruket med docka/stöt/jungfru. Sedan plattorna lagts ut vattnas beläggningsen varefter det cementstabiliserade grusskiktet härdar. Konstruktionen får inte lika hög hållfasthet som vid läggning i bruk men den blir stabilare än vid läggning i sand.

**4.4.5 Ytor med gångtrafik, läggning i obundet sättlager**

Hällarna sätts i 30 ±10 mm sättlager 2-4 eller 2-6 mm. Innan monteringen startar ska underlagets jämnhet kontrolleras. Planhetstoleransen för bärlageryta är 9 mm mätt från en 3 meters rätskiva. Hällarna läggs med 5-10 mm överhöjning mot angränsande, hårda ytor, så att ytan med tiden kan sätta sig till rätt nivå. Mot gräsytor bör den färdiga höjden på stenbeläggningsen ligga ca 30 mm över gräset.

Bearbetad sten ska läggas med fall på minst 1% och sten med klovyta med fall på minst 2%.

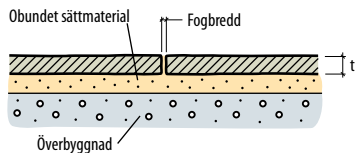


Fig 4.24 Typkonstruktion MS

Vid läggning på betongkonstruktion är det viktigt att vatten som tränger ned genom fogarna kan ledas till brunn eller till kanten på läggningssytan.

Trampstenar, "elefantfötter", som bildar gångstråk läggs antingen i sand eller direkt i jord. Stenarna bör inte vara tunnare än 25 mm, för att ligga stabilt.

#### 4.4.6 Gatubeläggning/beläggning med biltrafik



Fig 4.25 Gårdsgata med beläggning av granithällar och smågatsten

Särskilda förhållanden som bör beaktas vid beläggning som är utsatt för biltrafik:

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 %.

Kantsten bildar en ram för gatans uppbyggnad och ger ett bra mothåll som tar upp belastningarna på gatan. Se avsnitt 6

Gator sätts med en överhöjning på 20-40 mm, som efter packningen ligger med 10-20 mm överhöjning så att det finns utrymme för gatan att sätta sig under de första åren.



Fig 4.26 Gatsten runt brunnen ger god anpassning mot beläggningen.

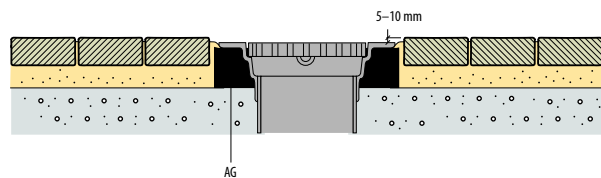


Fig 4.27 Understopning med AG (asfaltgrus) kan motverka sättning av brunnen.

Brunnsbetäckningar bör vara fasta och inte teleskopiska för att inte orsaka sättningar. Sättsand kan annars lätt rinna ner i brunnarna. Om teleskopisk betäckning ändå används kan den stabiliseras genom understopning med asfaltgrus, AG, göras. Se fig 4.27.

Runt brunnarna bör en rad gatsten sättas. Betäckningen bör ligga ca 10 mm under hållarna. Vid ytor med tung trafik rekommenderas ett omsorgsfullt utfört obundet bärlager med 80 mm tjocklek samt stensättning i 30 mm obundet sättlager.

Läggning på bundet bärlager rekommenderas inte. Även om en sådan konstruktion kan ta upp stora belastningar så har det visat sig vara svårt att få beläggningen dränerad. Kvarstående vatten medför att hållarna "pumpas" loss av trafiken.

Vid ytor med fordonstrafik kan hållar också sättas i cementbruk. Jordfuktigt cementbruk, som vanligen används vid sättningen, har begränsad beständighet mot saltvittring. Där saltbelastningen är stor får man därför räkna med omläggning efter ca 10-15 år.

Hällar i miljö med tung trafik bör limmas med specialbruk/-massa mot en betongplatta som är dimensionerad för den aktuella belastningen. Hällarnas area bör vara max 0,3 m<sup>2</sup> och de bör inte vara längre än 800 mm. Detta gäller även vid lättare fordonstrafik, framförallt i kurvor och korsningar där stora påfrestningar uppstår vid vridning av hjulen.

Inläggningar av hållar och gatsten i asfaltytor utförs för att öka trafikanternas uppmärksamhet vid infart i rondeller, före övergångsställen, etc. Beläggningssytan bör avslutas mot asfalten med stabil kant, t ex försänkt kantsten eller storgatsten. Asfaltytans anslutning mot stenen kan förstärkas med cementstabiliserad asfalt för att ta upp de stora belastningarna i övergången. Se skiss 4.28.

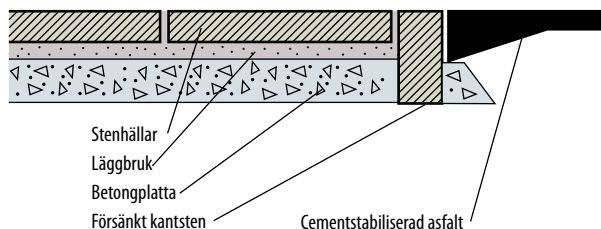


Fig 4.28 Konstruktion vid inläggning av hållar som markeringsband i asfalt.

#### 4.4.7 Dränerande markbeläggning i urbana miljöer

Den ökande befolkningmängden i städer och tätorter kräver en allt större areal av hårdgjorda ytor. Den naturligt dränerande markytan ersätts där av

en annan, normalt mindre dränerande, yta som har svårare att ta emot intensiva regn. I samband med klimatförändringen tycks regnen bli intensivare, även om inte årsnederbörden ökar. För hårdgjorda ytor i urban miljö är årsnederbörden oftast inget problem, men desto större är problemet med den intensiva, korta nederbörden, störtregnen.

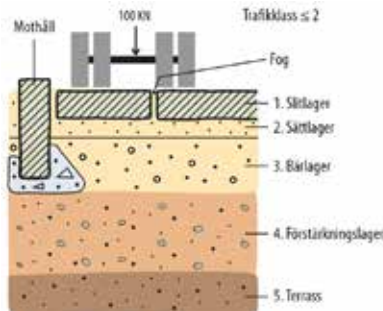
För att förhindra översvämningar finns alltså ett uppenbart behov av att fördröja vattenmassorna under en begränsad tid så att dagvattensystemet hinner med eller så att det kan tas upp av underliggande terrass (om den är permeabel).

Denna fördröjande ackumulering kan ske antingen i öppna s.k. regnbäddar eller kan ingå i själva överbyggnaden, där man genom lämplig kornstorleksfördelning i bär- och förstärkningslager får ökad porvolym och skapar ett utrymme, en reservoar, för vattnet.

Det finns möjligheter att i en överbyggnad skapa upp till 25 % av volymen som en stor reservoar och ändå få tillräckligt god bärighet för trafikclass 2. D.v.s. det går att förvara  $\frac{1}{4} \text{ m}^3$  per  $\text{m}^3$  överbyggnad och ändå ha viss tung trafik.

För att få ner vattnet genom beläggningen krävs ett dränerande system av plattor/stenar.

#### 4.4.7 Dränerande beläggning i urbana miljöer Dränerande (permeabel) överbyggnad. Princip.



| Lager              | Uppgift   | Dränerande funktion                |
|--------------------|---|------------------------------------|
| Fog                | Hålla plattorna på plats. Ta upp skjuvkrafter, fördela last | Släppa igenom vatten och gas       |
| Slitlager          | Ta upp och fördela last                                     |                                    |
| Sättilager         | Bädd för slitlager  | Släppa igenom vatten och gas       |
| Bärlager, 80 mm    | Bära trafiklasten   | Släppa igenom vatten och gas       |
| Förstärkningslager | Förstärka terrassen   | Akkumulera vatten, ordna gasutbyte |
| Terrass            | Bära överbyggnaden  | I bästa fall ta emot vatten        |

Fig 4.29 Förenklad bild av en permeabelöverbyggnad, som kan en porvolym, och därmed ackumuleringsförmåga, på 25% av sin volym

Grunden för hela systemet är att överbyggnaden kan ackumulera vattnet under en viss tid, och samtidigt ha tillräcklig bärighet för trafiklasten. Principen framgår av fig 4.29.

Själva ackumuleringen sker i förstärkningslagret vars kornstorleksfördelning ska deklarerats enligt SS-EN 13242 och ha en kurva enligt tabell AMA An-

läggning DCB.24/1. Observera att av bärighetsskäl är mängden material mellan 2 och 4 mm viktig! Riktvärdet för passerande mängd vid 4 mm sikt bör vara minimum 10 procent vilket avviker från den angivna tabellen. Materialet ska inte vara tvättat.

Bärlagrets uppgift är att transportera vattnet från beläggning ner till förstärkningslagret, (om växter berörs är det också viktigt för gasutbytet). Bärighet t.o.m. trafikclass 2 ska upprätthållas. Bärlagret ska vara 80 mm och ska helst inte ackumulera vatten utan vara en torr zon mellan sättilagret och förstärkningslagret

#### Dränerande beläggningssystem med natursten

Beläggningens uppgift är att leverera ned vattnet till bärlagret. För att kunna dränera ett störtregn måste viss procent av ytan vara öppen. Även vid maximalt regn, "100-års regn" räcker det med 10 %, men ofta kan man nöja sig med mindre.

Stenmaterialet är, i likhet med de andra plattmaterial, i halvelastisk beläggning, helt tätt varför dräneringen måste lösas genom plattans form, fogen, sättilagret och monteringsystemet.

Dränerande beläggning kan göras på alla typer av ytor som har max trafikclass 2. En speciell fördel vid t.ex. torgytor är att det inte behövs någon lutning, fall, på själva ytan. Den kan vara helt plan.

Med natursten kan ordnas säkra, dränerande system med standardprodukter.

#### Sätt- och fogmaterial

Sätt- och fogmaterial kan vara de vanliga 2-4 mm enligt tabell AMA Anläggning DCG/1 eller möjligen något grövre, 2-6 mm.

#### Gatsten

Smågatsten som sätts med något större fog,  $10 \pm 3$  mm, ger en dränering av 10 % av ytan, vilket är tillräckligt.

Storgatsten kan också användas på detta sätt. Om fogen ökas till  $15 \pm 3$  mm erhålls en god dränering. Storgatstenen kan också monteras med bredare tvärfogar för att öka dräneringsförmågan.

Dränerande gatstensbeläggning fordrar stor noggrannhet vid monteringen eftersom fogen är bredare än normalt.



Fig 4.30 Gatsten med 10 mm fog



Fig 4.31 Dränerande parkeringsyta efter 4 års daglig användning

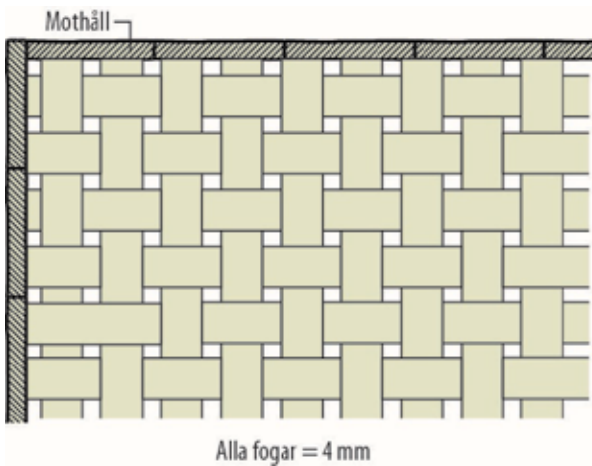


Fig 4.32 Enhetliga rektangulära hållar lagda i öppet förband.



Fig 4.35 Detalj av dränerande parkeringsyta

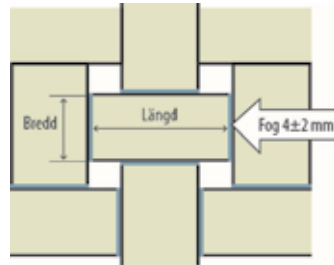


Fig 4.33 Detaljbild av montering dränerande mönster

| Förhållande längd/bredd | Dränering % |
|-------------------------|-------------|
| 1,90                    | 11          |
| 1,87                    | 10          |
| 1,83                    | 9           |
| 1,77                    | 8           |
| 1,67                    | 7           |
| 1,60                    | 6           |
| 1,53                    | 5           |

Tabell 4.34, visande dräneringsytans storlek i % beroende på längd/breddförhållande hos plattan.

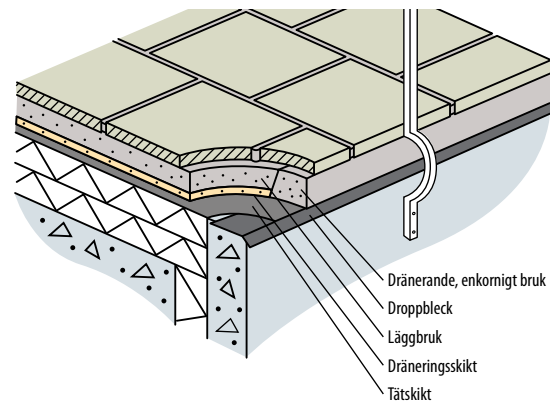


Fig 4.36 Typkonstruktion AT. Uppbyggnad av altan på betongbjälklag.

### Plattor i förband

En elegant form för dränerande naturstensytor är rektangulära hållar av standardbredd med enhetlig storlek lagda i förband som bildar dräneringsluckor enligt bild XX.

Längden måste anpassas till den dränering man vill ha. Se längd-breddförhållandet i relation till dräneringsförmågan i bild XX.

Dräneringshålens storlek bestäms av förhållandet mellan längd och bredd hos plattorna. Viktigt att plattornas längd-, bredd- och diagonaltoleranser ligger inom toleranskravet enligt SS-EN 1341 klass 2. Speciell omsorg krävs vid monteringen där fogbredden ska vara 4±2mm. Alltså snävare än vad AMA Anläggning anger.

Dräneringshålen fylls med makadam 2-4 eller 2-6. Stabilt mothåll i form av t.ex. kantstenar är extra viktigt i denna, dränerande konstruktion.

### 4.4.8 Altaner

Beläggning på betongplatta med tätskikt, t ex altaner och liknande, fordrar särskild uppmärksamhet. Beläggningsskiktet med plattor och bruk kan inte utföras helt vattentätt. Över tätskiktet, som ska ha samma fall som beläggningen, minst 1:100, läggs därför in ett dräneringsskikt som leder bort vattnet till spygatter eller dränerande beläggningkant. Dräneringsskiktet kan utföras av sand med kornfraktion 2-8 mm, helt fri från filler, eller med speciell dräneringsmatta. Dränerande cementbruk, som används vid kanten där vatten ska dräneras bort, tillreds av cementbruk C 100/400 med ballastsand 2-6 mm helt utan filler.

I vissa situationer, bl a vid restaurering och ombyggnad, kan det vara svårt att få plats med normal bruksläggning. Montering med fästmassa i tunnskikt är då en möjlig lösning. Metoden ställer dock stora



krav både på underlag, sten, fästmassa och montör. För att man ska lyckas krävs ett plant betongunderlag i god kondition och med rätt fall. Fästmassa som används ska uttryckligen vara anpassad för detta ändamål. Det är av stor vikt att hela utrymmet under samtliga plattor fylls helt med fästmassa. För att åstadkomma detta krävs omsorgsfull läggning med sk dubbellimning, d v s fästmassa dras ut på både underlag och sten. Om fickor uppstår i massan är risken stor för att vatten samlas där och orsakar frostsprängning och saltutfällningar.

Beläggning av altaner direkt på mark utförs i princip enligt 4.4.3. För altaner i direkt anslutning till husgrund är det av vikt att ytan läggs med fall från huset.

Se vidare Bilaga "Riktlinjer för platsättning på altaner och terrasser utomhus".



Fig 4.37 Altanbeläggning, skiffer med klovtyta.

#### 4.4.9 Markvärme

Natursten leder värme förhållandevis bra och har dessutom hög värmekapacitet. Dessa materialegenskaper gör att sten transporterar och utjämnar värme från underliggande värmeslingor. Konstruktionen är särskilt lämplig utanför entréer till bostäder, butiker, etc. Då slipper man dra in stora mängder slask och grus med skorna in i lokalerna.

Läggning i sand bör utföras på ett bundet bärlager så att värmen riktas uppåt. För att ytterligare begränsa värmeförlusterna nedåt i marken brukar man lägga in värmeisolering under slingorna. Rören bör täckas med 20-30 mm sättlager.

Denna konstruktion lämpar sig inte vid ytor med fordonstrafik. Isoleringen utgör då ett glidskikt som får plattbeläggningen att röra sig med risk för kantspjälkningar och sprickbildning.

Värmeslingorna bör ligga förhållandevis nära stenen för att värmeförlusterna i sättsand/läggbruk inte ska bli för stora. Från överkant rör till underkant sten bör avståndet inte överstiga 30 mm. Erfarenhetsmässigt bör avståndet mellan värmeslingorna vara ca 250 mm.

Stenbeläggningens tjocklek är avgörande för hur lång tid det tar för värmen att sprida sig upp till stenytan.

#### 4.4.10 Krav på underlag

##### Tumregel, bärlager för fordonstrafik

Om en lastbils hjul lämnar avtryck i bärlagret så är det för dåligt packat.

Faktaruta 4.38

Överbyggnaden med terrass, förstärkningslager, och bärlager upp till sättlager utförs enligt AMA Anläggning.

Det obundna bärlagret utförs 80 mm tjockt t.o.m trafikklass 3, förstärkningslagret bestäms av klimat-zonen.

Underlaget ska vara utfört med sådan planhet att den maximala avvikelser i höjdlid är 9 mm på 3 m mätlängd,

Sättlagret ska vara jämntjockt och dess uppgift är inte att justera den slutgiltiga höjden.

Faktaruta 4.39

De olika skikten ska vara utförda med jämna skikt och med rätt toleranser. Föreskrivna höjder, fall, bomberingar, etc ska vara uppbyggda i underlaget.

Ytan höjdsätts så att avvattning kan ske. I stadsmiljö sker detta antingen mot rännsten eller mot dagvattenbrunnar.

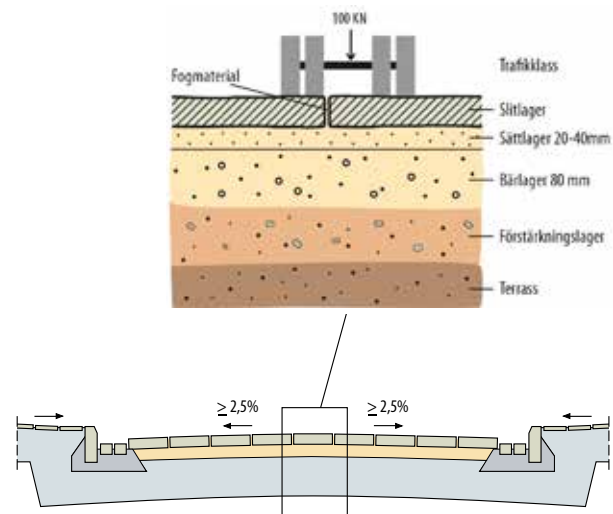


Fig 4.40 Uppbyggnad av väg bana belagd med hällar. Kantsten som motstöd.

I stadsmiljö är det vanligt att man lägger hällar och plattor på gångbanor i 30 mm sand på ett bundet bärlager i form av AG (asfaltgrus). På ytor med fordonstrafik rekommenderas obundet bärlager.

För markbeläggningar i parker och trädgårdar utförs underlaget med 80 mm bärlager som packas med 100 kg vibroplatta, minst två överfarer. Bärlagret skall ligga ca 100 mm under färdig höjd.

Det ingår i entreprenörens egenkontroll att syna ytor upp till underkant sättlager innan arbetet med beläggning påbörjas.

#### 4.4.11 Krav på färdig beläggning

Toleranser för buktighet och språng vid fog framgår av tabell 4.33. Större språng innebär att skor kan "fastna" i en skarp kant och utgör risk för att gångtrafikant kan falla. En lätt avfasning av plattkanterna ger bättre funktion hos beläggningsytan än om kanten är skarpa.

Höjdskillnaden mellan färdig stenbeläggning, sedan den satt sig, och intilliggande, hårda ytor får vara högst 3 mm.

Beläggningsytan ska vara utförd med fall och sådan jämnhet att vatten ej blir stående på ytan.

##### Toleranser för buktighet och språng vid fog

|                                      | Maximal tillåten avvikelse från planhet (mm) |            |                                 |
|--------------------------------------|--|------------|---------------------------------|
|                                      | Flammad Kryssharnad Hyvlad, (kalksten)       | Toppfylvad | Klovyta, (skiffer och kalksten) |
| <b>Buktighet</b>                     |  |            |                                 |
| Vid 3 m mätlängd                     | ± 6  | ± 10       | ± 10                            |
| Vid 2 m mätlängd                     | ± 5  | ± 8        | ± 12                            |
| <b>Språng vid fog</b>                |  |            |                                 |
| Mätt 5 mm in på underliggande platta | 3  | 5          | 5                               |

Tabell 4.41

#### 4.4.12 Anslutning till andra material

Natursten är formstabil och har små temperaturrörelser men är samtidigt hård och spröd. Det är därför fördelaktigt om stenen ges fri rörelsemån mot anslutande material så att inga skadliga krafter kan överföras mellan materialen.

Stenbeläggning som är lagd i sättningslager kan deformeras och tryckas utåt vid trafikbelastning och ge upphov till stora krafter mot anslutande konstruktioner. Ett exempel på detta är beläggningar som läggs mot byggnader med socklar av natursten. Fasadplattorna kan tryckas sönder om inte en rörelsefog lämnas mellan beläggning och fasad.

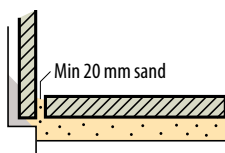


Fig 4.42 Anslutning av beläggning mot byggnad bör utföras med rörelsemån,

Anslutningar mot brunnar och andra material i beläggningsytan måste studeras vid projekteringen så att tillräcklig komprimering kan utföras av underlaget. Risk finns annars för sättningar i beläggningsytan.

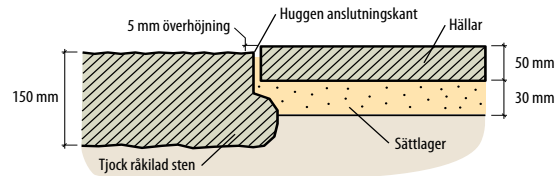


Fig 4.43 Anslutning av markbeläggning med hällar mot grov sten, t ex blocksteg eller kantsten.

Vid läggning av hällar eller plattor mot råkilad, tjock sten som kantsten eller blocksteg måste man ta särskilda hänsyn. Den tjocka stenens anslutnings-sida måste vara huggen till tillräckligt djup så att beläggningsytan får plats. På grund av risken för snubbling kan inte beläggningsytan läggas med alltför stor överhöjning. Underlag och sättsand komprimeras extra noggrant och hällarna läggs med maximalt ca 5 mm överhöjning.

#### 4.4.13 Avspärning

Ytor som lagts och/eller fogats med cementbruk ska hållas avstängda från gångtrafik i 3-6 dygn och från tyngre trafik i 7-10 dygn. Fordonstrafik bör ej släppas på förrän tidigast efter 28 dygn. Detta gäller även arbetsfordon. Tiderna gäller vid en temperatur på +20°C. Vid lägre temperatur förlängs avstängningstiden. Vid +14°C bör den fördubblas. Om tillfällig trafik måste ske innan tillräcklig hållfasthet uppnåtts hos cementbruket kan tryckutjämnande beläggning av t.ex. plywood eller plank läggas på stenbeläggningsytan. Denna skyddsbeläggning dimensioneras efter aktuell belastning.

#### 4.4.14 Väderskydd

Vid all montering med cementbaserade produkter är det viktigt att väderskydd alltid finns på plats minst 3 dygn innan arbetet påbörjas. Väderskyddets uppgift är att skydda mot solstrålning, nederbörd, temperaturvariationer och vind.

Beakta att väderskydd ska finnas kvar till dess att erforderlig härdning uppnåtts, minst 7 dygn efter färdigställande.

### 4.5 ERFARENHETER

En markbeläggnings funktion styrs av själva beläggningsytans utförande men även av hur den fungerar i anslutning mot andra ytor. För att ta upp sidokrafter från beläggningsytan är det viktigt att denna har ett mothåll som avslutning. Erfarenheterna visar att en klassisk kantsten fyller denna funktion bra.

Stenbeläggnings avslutning mot planteringar måste utföras med mothåll, lämpligen i form av kantsten. Annars undermineras plattorna och förskjuts ur sitt läge.

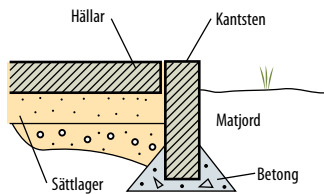


Fig 4.44 Stenbeläggningsen avslutas mot planteringar o dyl med mothåll av kantsten.

Bärlagrets ovanyta blir ibland ojämn, har fel nivå eller fel lutning och då används sättningslagret felaktigt som utjämningslager (dvs. tjockare än 40 mm och ojämnt). Eftersom sättningsmaterialet har mindre bärförmåga blir då eftersänkningen av stenytan (sättning p.g.a. trafiken) oacceptabelt stor och/eller ojämn. Innan stenen monteras måste bärlagret kontrolleras och ev justeras!



Fig 4.45 Granitbeläggning där plattkanterna har spjälkats ut. Smala fogar och alltför tung trafik i förhållande till underbyggnaden är troliga orsaker.

Markbeläggningar som utsätts för tung trafik, och särskilt då på platser där fordonen gör tvärsvingar, måste ha en mycket god underbyggnad och stabilt mothåll. Sådana beläggningar som lagts på underlag med värmeisolering, eftersom gatan är uppvärmd, har visat sig fungera mindre bra. I anslutning till busshållplatser, där hjulen vrids tvärt, förskjuts plattorna och spjälkas mot varandra. I sådan miljö är det bättre att använda gatsten.

Hällar som utsätts för tung trafik bör läggas på underlag av betong och i cementbruk. Observera att jordfuktigt cementbruk som inte komprimeras tillräckligt är känsligt för saltvittring. Vid traditionell montering där plattor med olika tjocklek bultas ner i läggbruket är det svårt att åstadkomma denna komprimering. Vid sådan läggning och där saltbelastningen är stor får man därför räkna med omläggning av ytan efter ca 10-15 år.

I vissa fall kan jämntjocka hällar även läggas i epoxi eller fästmassa som är särskilt anpassad för ändamålet.

Om sätt- eller fogmaterial har för stor finandel,

vilket nästan alla fraktioner av stenmjöl har, riskerar det att bli för tätt och därmed finns risk för att vatten blir stående i fog och sättningslager. Vid biltrafik uppstår en rörelse i beläggningsen som gör att finpartiklarna dispergeras och "pumpas" bort. Stordel av fogmaterialet, och i värsta fall sättningsmaterialet, kan då pumpas bort. Plattorna vrider sig då och slår ihop och så småningom börjar de vicka i vertikalled och ligga löst.



Fig 4.46 Stenmjöl har använts för fog och sättningslager. Den stora andelen finmaterial gör att vatten blir stående i fog och sättningslager. Vibrationer från biltrafiken pumpar bort finandelen ur fog och delvis ur sättningslagret och plattorna lossnar.

Vatten som transporteras genom cementbruk, betong och andra konstruktioner som innehåller cement löser på sin väg ut salter ur cementet. När saltlösningen rinner ut på stenytan uppstår misspdyande beläggningar som är mycket svåra att avlägsna. Kalksten kan också skadas av vattenlösliga salter som kristalliserar i stenens ytskikt och i värsta fall kan orsaka sprängning/vittring av stenytan. Det är därför viktigt att se till att så lite vatten som möjligt kan tränga in i konstruktioner under/bakom stenen, där det finns cement, vilket kan vara svårt. Därför är det viktigt att se till att eventuellt inträngande vatten kan dräneras bort utan att orsaka skador eller utfällningar.

Kalksten är känslig för tölsalter och ska inte användas i miljöer som utsätts för saltning. Detta gäller även gångbanor i anslutning till körytor som saltas. Risken är stor att man, t ex vid plogning, belastar kalkstenen med saltbemängt slask och att den då vittrar sönder. Sand för halkbekämpning är vanligen uppblandat med salt och utgör alltså risk.

# 5 MARKBELÄGGNING, GATSTEN



## 5.0 INLEDNING

Den tuktade gatstenen har c:a 150-årig tradition i Sverige. I början användes gatstenen som ett rent beläggingsmaterial som underlättade transporter på stadernas gator och torg.

Från början (c:a år 1850) var det i första hand storgatsten som användes. Då behovet ökade och priset var ganska högt började man på försök redan år 1890 med tillverkning av smågatsten, som sedan successivt tog över som beläggingsmaterial fram tills asfalten tog över på 1940-50 talet.

Idag ger gatstenen en möjlighet att skapa trivsamma utemiljöer i staden, där människan kan känna atomsfären och traditionen i detta vårt äldsta naturmaterial. Gatsten är också ett utmärkt material för gator, rondeller och utfarter.

Egenskaper, ytbearbetning mm behandlas i avsnitt 2 och i Natursten, delarna Allmänt, Stenkartotek samt Terminologi & Toleranser.

Vid projektering ska estetiska aspekter som mönstersättning, färgsättning, stenstorlek, textur mm vägas in för att uppnå en god helhetslösning.

### Beteckningar på gatsten

Det som idag kallas för gatsten är inget entydigt begrepp utan bör delas upp i olika typer beroende på funktion och utförande.

- Gatsten, råkilad (= traditionell gatsten med samtliga sidor råkilade) förekommer ofta som begagnad

- Gatsten, klippt (= gatsten med samtliga sidor klippta)
- Sågad, klippt gatsten, flammad/krysshamrad (= gatsten med två sågade sidor varav minst en är ytbearbetad. Fogsidorna är klippta.)
- Gatsten med sågad, flammad/krysshamrad översida, fogsidor och undersida klippta
- Stenkub, sågad och flammad/krysshamrad (= stenen sågad på samtliga sidor varav minst en sida är ytbearbetad)

## 5.1 MATERIALVAL OCH YTBEARBETNING

Storgatsten har en synlig yta, benämnd överyta. Övriga sidor på stenen är avsedda att monteras så att de ej syns. För att skapa speciella effekter, markera ytor, göra mönster och symboler kan sten med olika kulörer användas, exempelvis vid övergångsställen och cykelbanor.

Gatsten tillverkas huvudsakligen av granit. För att skapa färgkontrast vid stensättning av övergångsställen och andra markeringar används ibland även andra stentyper av olika kulör. Gatmiljön ställer stora krav på stenmaterialet vad gäller avnöttningsmotstånd och tålighet för saltkristallisation. Det är därför viktigt att sten av god kvalitet används. Skandinavisk marmor klarar i allmänhet dessa krav och används ibland för vita markeringar.

## Ytbearbetning

Gatsten tillverkas med råkilad yta, som framställs genom kilning eller klippning. Märken efter borrar och kilhål får inte förekomma i överytan. Klippt sten får ofta skarpa kanter. För att få en naturligare och mer användarvänlig yta kan stenen trumlas, varvid de skarpa kanterna rundas av.

På marknaden finns även begagnad sten som tagits upp ur äldre beläggningar för återanvändning. Denna sten är vanligen råkilad, handhuggen gatsten med sliten, avslipad yta med dekorativ patina. En nackdel kan vara att ytan blir hal. Denna gatsten benämns även exportsten eller stadssten. Begagnad gatsten finns i olika kvaliteter med varierande storlektoleranser. Vid köp av begagnad sten är det viktigt att kontrollera slitaget och utseendet i övrigt eftersom detta kan variera mycket. Man måste även ange vilken sida som ska monteras uppåt/synligt.

Gatstenen kan även utföras sågad med krysshamrad eller flammad yta. Sådan sten används oftast för att göra ytan slätare och mer tillgänglighetsanpassad. Fogsidorna är klippta/råkilade.

Undersidan är ofta sågad. Gatsten som utsätts för biltrafik utsätts för kraftiga sidokrafter. Sten för sådant ändamål kan beställas med undersidan klippt eller råkilad för att den ska ligga still. Flammad eller krysshamrad yta ger i allmänhet inte tillräcklig friktion.

## 5.2 DIMENSIONER, MÖNSTER OCH TOLERANSER

### 5.2.1 Dimensioner

Gatsten finns historiskt i formaten storgatsten, smågatsten och mosaiksten.

Svensk Standard SS-EN 1342 gäller om ej annat anges. I standarden anges begrepp, toleranser, provningsmetoder, etc, men inga dimensioner. Dimensionstoleranserna i europastandarden innebär i praktiken att raksättning ej kan utföras utan sortering. Därför bör snävare toleranser anges i förfrågningsunderlag och handlingar då raksättning önskas. Vid sortering bör stenarnas bredd i samma rad ej avvika mer än toleransen på fogbredden,  $\pm 4$  mm.

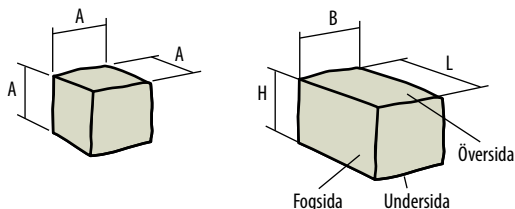


Fig 5.2 Smågatsten t v och storgatsten t h

### 5.2.2 Mönster och toleranser

De små formaten på gatsten ger mycket stora möjligheter att skapa olika mönster anpassade till ytornas former. De vanligaste formerna för sättning är båg-, rak-, diagonal- och dubbeldiagonalsättning. Mönsterverkan kan förstärkas med olika färgsättningar eller stenstorlekar.

För att få bästa resultat vid sättning bör storleken

## Lämplig stenstorlek och toleranser för olika mönster

| Mönster   | Lämplig stenstorlek                        |              |
|---|--|--------------|
| <b>Smågatsten</b>   |  |              |
| Raksättning   | 90 $\pm$ 10                                | 100 $\pm$ 10 |
| Bågsättning   | 95 $\pm$ 15                                | 100 $\pm$ 15 |
| Diagonalsättning  | 90 $\pm$ 10                                | 100 $\pm$ 10 |
| Dubbel diagonalsättning   | 90 $\pm$ 10                                | 100 $\pm$ 10 |
| Vågsättning   | 95 $\pm$ 15                                | 100 $\pm$ 15 |
| Påfågelsättning/<br>Fjärilsättning                                    | 95 $\pm$ 15                                | 100 $\pm$ 15 |
| Cirkelsättning  | 95 $\pm$ 15                                | 100 $\pm$ 15 |
| Enligt branschpraxis får 10% av leveransen ligga utanför angivna mått |  |              |
| <b>Storgatsten</b>  |  |              |
| Raksättning   | 210 $\pm$ 30 x 140 $\pm$ 10 x 140 $\pm$ 10 |              |
|   | 210 $\pm$ 30 x 140 $\pm$ 10 x 100 $\pm$ 10 |              |
| <b>Mosaiksten</b>   |  |              |
| Raksättning /Bågsättning  | 50 $\pm$ 20 x 50 $\pm$ 20 x 50 $\pm$ 20    |              |

Tabell 5.1

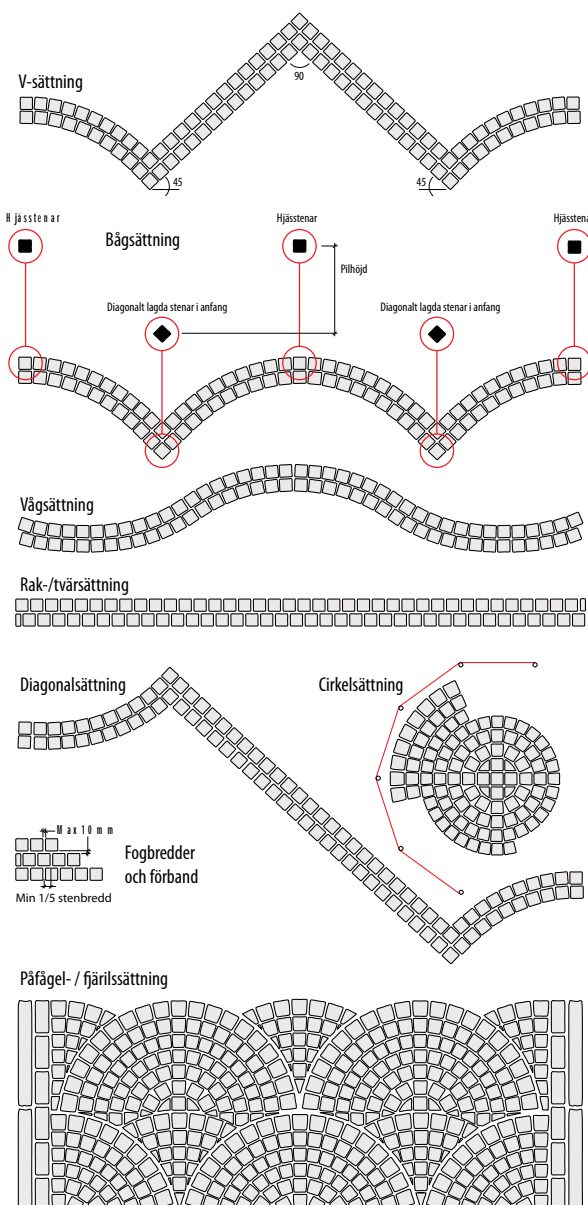


Fig 5.3 Principer för olika mönstersättningar med gatsten.

| Dimensionstoleranser för gatsten   |                         |                 |            |                 |            |
|--|-------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| Tillåten avvikelse från nominellt ytmått och tjocklek  |                         |                 |            |                 |            |
| Nominellt mått   |                         | Klass 1         |            | Klass 2         |            |
| Smågatsten   | Bearbetad <sup>2)</sup> | ± 10 mm         |            | ± 5 mm          |            |
|  | Råkilad <sup>1)</sup>   | ± 15 mm         |            | ± 10 mm         |            |
| Storgatsten  | Bearbetad <sup>2)</sup> | ± 10 mm         |            | ± 7 mm          |            |
|  | Råkilad <sup>1)</sup>   | ± 15 mm         |            | ± 12 mm         |            |
| Toleranser för undeskurna sidor  |                         |                 |            |                 |            |
| Nominellt mått   |                         | Max för en sida | Max totalt | Max för en sida | Max totalt |
| Smågatsten   |                         | 15 mm           | 25 mm      | 10 mm           | 15 mm      |
| Storgatsten  |                         | 25 mm           | 30 mm      | 15 mm           | 12 mm      |
| Toleranser för råkilade och grovbearbetade oregelbundenheter på ytor   |                         |                 |            |                 |            |
|  | Råkilad <sup>1)</sup>   | ± 10 mm         |            | ± 5 mm          |            |
|  | Grovbearbetad           | ± 5 mm          |            | ± 3 mm          |            |
| 1) Kilad, huggen, klippt, etc.<br>2) Till exempel flammad, krysshämrad, blåstrad, etc.<br>Observera att klass 2 har snävare toleranser än klass 1<br>För sten som ska användas till bågättning får upp till 10 % av stenarna i leveransen ha mått som ligger upp till 10 mm utanför avvikelserna ovan.<br>En råkilad sidas avvikelse från rätkvinklighet i förhållande till överytan får vara högst 15 mm. |                         |                 |            |                 |            |

Tabell 5.4 Dimensionstoleranser för gatsten enligt SS-EN 1342

och dimensionstoleranserna på smågatsten anpassas till det mönster som ska sättas i projektet. Mönster med svängda former kräver större variation i stenstorlek än raka mönster för att man inte ska få för breda fogar. I tabell 5.1 anges lämpliga format. De två kolumnerna med olika format ger estetisk valmöjlighet.

Storgatsten levereras med längd 210±30 mm, bredd 140±10 mm och höjd 140±10 eller 100±10 mm.

Storgatsten sorteras vid raksättning så att avvikelserna i breddmått är max 15 mm i varje rad.

Mosaiksten levereras i formaten 50x50x50 mm med ±20 mm tolerans. Dessa små stenar kallas ibland "nubbsten" eller "knott". Begreppen är dock inte enhetliga utan lokala benämningar förekommer.

### 5.3 FOGAR

| Synlig fogbredd för olika typer av smågatsten  |                     |                          |
|--|---------------------|--------------------------|
| Typ av gatsten   | Synlig fogbredd, mm |                          |
|  | Raksättning         | Bågättning <sup>2)</sup> |
| Sten med råkilade/klippta fogsidor   | 3+7 <sup>1)</sup>   | 3-15 <sup>2)</sup>       |
| Sten med sågade fogsidor   | 6±3                 | -                        |
| 1) Enstaka fogar får vara upp till 15 mm<br>2) Enstaka fogar får vara upp till 20 mm<br>3) Kräver specialsortering med upp till 4 olika nominella mått |                     |                          |

Fig 5.5

Fogarna anpassas till underlaget (bärlagret). Vid ej dränerat underlag utförs så täta fogar som möjligt medan man kan utföra dränerande fogar om underlaget är vattengenomsläppligt.

Vatten får inte bli stående i konstruktionen. Då finns stor risk för att stenarna lossnar på grund av frost och trafik.

Smågatsten med råkilade/klippta fogsidor sätts med synliga fogar 3+7 mm vid raksättning och 3-15 mm vid bågättning. Om tydlig slityta finns på begagnad sten skall den monteras uppåt.

För bågättning krävs variation i nominell storlek för att fogen ska kunna hållas inom 3-15 mm. Stenar som innehåller toleranser enl tabell 5.4 är för jämnstora för bågättning. Det nominella måttet bör varieras, t ex så att 10% av stenarna nominellt är 85 mm, 30% är 90 mm, 30% är 95 mm och 30% är 100mm. Detta gäller speciellt sågad, klippt sten med flammad eller krysshämrad yta.

OBS! Stenar med olika nominella mått kan efter överenskommelse levereras enligt två alternativ:

- Varje nominell storlek i separata emballage.
- Blandad leverans enligt överenskomna proportioner.

Smågatsten med sågade fogsidor sätts med synliga fogar 6±3 mm vid raksättning.

I beställning bör alltid anges om stenen ska användas för rak- eller bågättning.

Storgatsten sätts med 9±6 mm synliga fogar

Fogar fylls med fogmaterial enligt avsnitt 3.2.

Fogning med torrbruk utförs med C 100/300 som tillreds av anläggningscement och fogsand som blandas väl. Efter fogning rensopas ytan väl och fukthålls minst i 3 dygn. Ytan ska ej trafikeras förrän tidigast efter 7 dygn.

### 5.4 PROJEKTERING OCH MONTERING

Gatsten används som slitlager på gator, torg och andra platser där man vill bibehålla en äldre miljö, t ex i äldre stadsdelar.

En beläggning med gatsten som är rätt utförd, är garanterat varaktig. En stensatt yta blir vackrare med åren då stenen slits och åldras.

I beskrivningen anges vilken sorts gatsten som ska användas i projektet. Det ska tydligt framgå om exempelvis befintlig sten eller ny gatsten ska användas. Vid användning av ny sten ska stensort och ursprung anges. Kulören bör även anges t ex grå, svart, röd eller vit. I vissa projekt bör begagnad svensk gatsten väljas för att passa in i miljön.

#### 5.4.1 Val av konstruktion

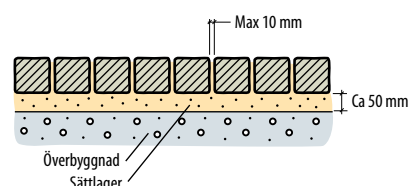


Fig 5.6 Typkonstruktion GS.

Gatsten monteras traditionellt i obundet sättlager på en väl packad underbyggnad. Metoden ger en tålig och stadig beläggning som samtidigt har viss flexibilitet. Denna konstruktion är fortfarande den helt dominerande.

För dränerande beläggning i urbana miljöer se avsnitt 4.4.7.

För vissa, speciella ändamål monteras stenen i torrbruk. Denna konstruktion används bl a på broar och ger en mer stum konstruktion som kräver samverkan med underliggande konstruktion.

### 5.4.2 Projektering

För att enstensytta ska ha en god funktion krävs det att den är utförd på rätt sätt med täta fogar och riktiga förband. Detta är viktigt för att stenarna skall låsas mot varandra.

Innan sättning påbörjas skall brunnar och avstängningsventiler justeras till rätt höjd.

Gatstensättningar i cementbruk förekommer på broar och vid tungt belastade ytor. Vid sättning i bruk exempelvis på broar eller betongvalv bör torrbruk användas till sättning och fogning. Efter sättningen vattenbegjuts ytan försiktigt för att betongen ska härda och uppnå sin hållfasthet.

Vid mindre ytor (< 20 m<sup>2</sup>), exempelvis ramper, kan gatstensättning utföras i jordfuktigt cementbruk. Vid sättning i betong eller torrbruk ska ytan hållas avstängd från trafik under minst 7 dagar efter sättning.

Observera att jordfuktigt cementbruk och torrbruk har begränsad beständighet mot saltvittring. På ytor som utsätts för stor saltbelastning måste man därför räkna med omläggning efter ca 10-15 år.

### Gatubeläggning med biltrafik

Gatubeläggning med smågatsten bör ha ett tvärfall på 2,5 %. Normalt utförs gatan med bombering (höjdpunkt på mitten). Längsgående fall bör vara minst 2%.

Kantsten av granit bildar en konstruktiv ram för gatans uppbyggnad och ger ett bra mothåll för de belastningar som uppkommer på gatan. Sådant mothåll bör finnas så snart trafik släpps på. Om beläggningen utförs etappvis eller om kantstenen ej färdigställts ska provisoriskt mothåll användas.

Trottoarer bör utföras med ett fall mot gatan på max 2 %.

Gatan sätts med en överhöjning på 20-40 mm över projekterad höjd och ligger efter packningen med 10-20 mm överhöjning. Denna överhöjning ger gatan en möjlighet att sätta sig under de första åren. Brunnsbetäckningar bör vara av fast typ för att inte orsaka sättningar. Sättmaterial rinner lätt ner i brunnar utförda med teleskopsbetäckningar. För att motverka detta kan understoppning med asfaltgrus, AG, göras. Se fig 4.26.

Runt brunnarna bör en rad gatsten sättas för att rama in betäckningen. Betäckningen bör ligga 10

mm under gatstensytan på gata och 5 mm under trottoarbeläggning. Se fig 4.25.

### 5.4.3 Montering

Innan monteringen startar ska underlagets jämnhet kontrolleras. Planhetstoleransen för bärlageryta är 9 mm mätt från en 3 meters rätskiva.

Vid montering av gatsten är det viktigt att stenarna för stöd av varandra och att beläggningen har mothåll/inspanning. Detta är särskilt viktigt när ytan ska trafikerats med fordon. Klassisk handhuggen, råkilad sten har huvudsakligen konvexa sidor varför sättning kan utföras med stenarna dikt mot varandra. De får då stöd av varandra samtidigt som man får fogar i ytan. Klippt sten, som produceras i dag får både konvexa och konkava sidor. Vid montering dikt mot varandra riskerar man då att få anläggningen uppe i den synliga ytan. Risk finns då att stenarna spjälkas ut, särskilt vid fordonstrafik. Därför krävs fogar i den synliga ytan. Fogarna måste vara väl fyllda för att man ska få en samverkan mellan stenarna och en stabil beläggning.

### Raksättning

När sten sätts i rakt förband, raksättning, ska förskjutning, motsvarande minst en 1/3-del av stenen sida utföras, för att uppnå ett stabilt förband.

Smågatsten i rader skall sorteras så att skillnaden mellan största och minsta sten i samma skift inte överstiger ca 8 mm (fogens tolerans är ±4 mm).

Riktstenar (planerare) placeras ut jämt fördelade på körbanebredden. De justeras i höjddled, så att rätt höjd och lutning erhålls på körbanan. Sedan fylls raden på med sten.



Fig 5.7 Rak stensättning/radsättning med granithällar inlagda som gångyta.

Nya planerare (riktstenar) placeras ut med jämna mellanrum (var 5:e – 7:e rad) för att få rätt höjd på gatstenen i förhållande till kantstenen. Gatstenen ska placeras så att flera stenar med samma höjdmått hamnar bredvid varandra. Fogbredder enligt 5.3.

### Bågsättning

När stenen sätts i bågsättning ska förskjutning, förband, motsvarande minst 1/5-del av stensens sida utföras.

Börja med att dela in körbanebredd, eller den yta som skall sättas, i ett jämnt antal bågar om 1 – 1,5 m längd. Mot kantstenarna ska det vara halv-bågar. Placera en sten på var sida om körbanan vid kantstödet.

Pilhöjden (höjden på bågen) skall vara 1/5 av båglängden. Lägg ut stenarna vid bågaras anfang (början). Sätt stenen i bågform med de mindre stenarna i anfanget och de större stenarna i hjässan.

Bågarna ska alltid böjas upp för i gatans lutning.

Hjässtenarna och anfangsstenarna, hjärtstenarna, ska sitta i raka linjer så att bågarna inte vandrar.



Fig 5.8 Bågsättning med smågatsten

#### Diagonalsättning



Fig 5.9 Diagonalsättning med smågatsten

Diagonalstensättning utförs enligt samma metod som bågsättning med den skillnaden att man här börjar med bågarna och därefter sätter diagonalen till körbanans mitt. Spetsen skall vara 90 grader.

#### Cirkelsättning

Man börjar med att sätta ut cirkelns centrum och markerar höjden på en käpp. Sedan markeras cirkelns ytterkant och höjdsättning där.

Först sätter man 4 "stora" stenar i ett kryss. I de öppna fälten sätts sedan diagonalt delade stenar. Därefter sätter man 3 cirklar runt krysset, dessa stenar bör vara minsta möjliga storlek, ca 80x80 mm, så att fogarna blir så små som möjligt. När detta är klart sätter man 5 bågar och fortsätter så tills alla bågar sitter ihop i cirklar. Dessa bågar bör vara ca 55 – 75 cm långa.

När man sätter cirklar är det viktigt att cirkelns radie hålls rätt hela tiden. Detta görs genom att hålla ett snöre spänt ifrån centrumpinnen. Snöret hålls sträckt och får löpa fritt runt centrumpinnen. Höjden och lutningen på cirkeln kontrolleras kontinuerligt med rätskiva från ytterstenarna till korsstenarna intill centrum.

När cirkeln är klar tas centrumpinnen bort och ersätts med en centrumsten.

#### Påfågelsättning/fjärilsättning



Fig 5.10 Påfågel-/fjärilsättning med smågatsten av röd och svart granit.

Påfågelhalvor kan sättas på två sätt. Antingen börjar man med en spets och avslutar i en rät vinkel mot hjässtenen i intilliggande båge. Centrum ligger mitt på linjen mellan de intilliggande bågaras hjässtenar.

I det andra alternativet ligger startstenen mot underliggande båges hjässten. Detta gör att de yttre bågarna blir mindre. Centrum ligger 1/3 radie över underliggande båge

#### Sättning i obundet sättningslager

##### Lämpligt sätt- och fogmaterial

Lämpligt obundet sätt- och fogmaterial är makadam 2-4 eller 2-6 mm (där andelen < 2 mm måste understiga 10%) enligt siktkurva i AMA Anläggning och Utemiljö, fig 3.5

#### Sättningslagertjocklek

Rekommenderade tjocklekar för sättningslager är:

- För klippt eller råkilad gatsten 50 ± 10 mm.
- För sågad, klippt gatsten 30 ± 10 mm
- För Stenkuber 30 ± 10 mm

Sättningslagret utförs på 80 mm tjockt bärlager. Stenen



sätts 20 mm över färdig yta. (s k överstötning)

Vid fogfyllning ska fogmaterial nedsopas diagonalt över ytan så att fogarna blir väl fyllda. Stenen stöts därefter ca 20 mm med en minst 400 kg tung vibroplatta, minst 4 överfarter. Därefter kompletteras fogarna med fogmaterial.



Fig 5.11 Bågsättning av smågatsten i obundet sättbruk/sand

### Sättning i bruk

Före utläggning av sättbruk fuktas underlaget. Sättbruket ska ha en tjocklek av ca 50 mm. Stenar med grov undersida fuktas före sättning och stenar med slät undersida slammats på undersidan med vatten/cement blandning 1/3.

Stenarna stöts fast i sättbruket så att bruket komprimeras väl. Fogning påbörjas tidigast 1 dygn efter sättning. Torrt fogbruk sopas ned i fogarna och vattnas. Efter fogning rengörs stenytan och hålls fuktig i 6 dygn.

Nysatt sten får inte beträdas av gångtrafik under 2 dygn och av annan trafik under 7 dygn efter sättning. (Under gynnsamma förhållanden och vid +20° C).

Se 3.1.1 betr härdningstider och temperaturer.

### Markeringsfält i asfaltytor

För att uppmärksamma fordonstrafikanterna läggs ibland in markeringsfält av gatsten i asfaltbeläggningen. Det kan vara framför övergångsställen, vid infart i cirkulationsplatser, "vägbulor" vid områden med nedsatt hastighet, etc.

Belastningen på dessa ytor blir hög och de måste därför utföras med stor omsorg. Gatstensfältet bör sättas med överhöjning för att få valvverkan och det bör spännas in mellan kantstenar eller storgatstenar satta i bruk.

För god stabilitet bör sättningen utföras i bruk.



Fig 5.12 Gatsten med olika kulör markerar farthinder.

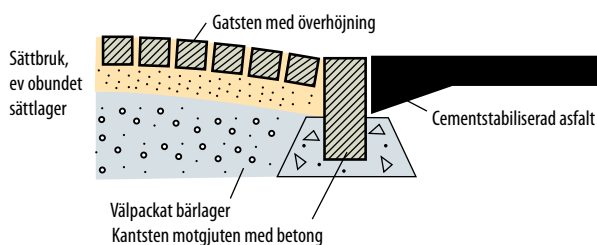


Fig 5.13 Markeringsfält av gatsten i asfaltyta

### Beläggning av storgatsten med gräsfog

Stenarna sätts med minst 3 mm fog på långsidorna och med 30 – 40 mm fog mellan kortändarna. Fogarna fylls med växtjord till ca 15 mm under stenens överyta. Jord mellan stenars kortändar ska packas lätt. I samband med sådd påförs ett tunt lager lucker jord i fogarna.

### Rännal av gatsten

Gatsten till rännal ska vara utförd enligt SS-EN 1342. Rännal utförs med högst 9 mm avvikelse från planhet mätt på 3 m längd, lagd i rännans längdriktning. Gatstenarna ska ligga i nivå med varandra.

Rännal utförs med minst 1,0 % fall och passas mot socklar, brunnar o dyl genom huggning av sten. Rännaldalar av gatsten sätts med fördel i betong. Betr rännalsplattor se avsnitt 4.2.2

### Rännal av smågatsten

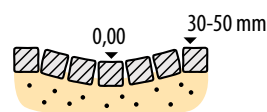


Fig 5.14 Rännsten, satt med 5 rader smågatsten

Rännal utförs med fem rader smågatsten. Stenarna sätts i skålförmig sektion med ytterrader i lutning mot mittraden.

### Rännnal av storgatsten

Rännnal av storgatsten utförs av tre rader storgatsten som sätts längs rännnalen. De yttre raderna skall sättas med lutning mot mittraden.

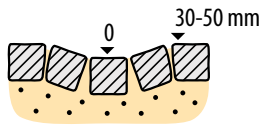


Fig 5.15 Rännsten, satt med 3 rader storgatsten

### Beläggning med kullersten

Kullersten skall bestå av sorterad huvudsakligen rund och slät fältsten. Stenen sätts i 50-70 mm sättsand. Stenarna sätts dikt mot varandra med den spetsigare änden nedåt. Genom stötning packas ytan så att stenarna kilas fast mot varandra. Stenen monteras så att den täcks till 2/3 av sättematerialet. Ytan tätas med stenmjöl 0-4 mm och vattenbegjuts. Stenstorlek anges i beskrivning.

### 5.5 KRAV PÅ UNDERLAG

Marköverbyggnad utförs och dimensioneras enligt AMA Anläggning. Jämnhet och nivåer på de olika lagren skall vara utförda med rätt toleranser. Det får aldrig vid utförandet vara så att tjockleken på sättagret skall justera den slutgiltiga höjden.

Planhetstoleransen för bärlageryta är 9 mm mätt på 3 meters längd.

### 5.6 KRAV PÅ FÄRDIG YTA

#### Storgatsten

Storgatsten i rader sorteras så att skillnaden mellan största och minsta sten i samma skift inte överstiger 15 mm.

Avvikelse från planhet på en yta med storgatsten får inte vara större än 6 mm mätt från en 3 meters rätskiva, lagd i godtycklig riktning med hänsyn till ev brytlinjer, bomberingar, etc. Sten skall sättas med  $9 \pm 6$  mm fogbredd. Enstaka fogar får vara upp till 20 mm breda.

Färg och asfaltrester får inte förekomma på färdig yta. I beläggningen får inte förekomma svackor, som kan ge upphov till kvarstående vatten.

#### Smågatsten

Ytan ska vara jämn och får inte innehålla förhöjningar eller svackor.

Avvikelse från planhet på en yta med smågatsten får inte vara större än 6 mm mätt från en 3 meters rätskiva, lagd i godtycklig riktning med hänsyn till ev brytlinjer, bomberingar, etc.

Toleranser på fogbredd enligt 5.3

Färg och asfaltrester får inte förekomma på färdig yta. I beläggningen får inte förekomma svackor, som kan ge upphov till kvarstående vatten.

### 5.7 ERFARENHETER

Vid sättning av gatsten i betong har det visat sig att det på större ytor finns risk för vågigt utförande eftersom härdningen av betongen sker innan packning kan utföras. Detta gäller framför allt vid avslut av dagsetapper.

Vid sättning av "vägbulor" i anslutning till övergångsställen, rondeller o dyl kan man få problem om trafiken släpps på för tidigt på stensatt yta. "Vägbulan" kan då tryckas ihop och det blir ett trafikhinder istället för ett hastighetsnedsättande inslag.

Gatsten bör ej sättas på AG (asfaltgrus) i trafikerade ytor. Dräneringen sätts igen av sättsanden och vatten blir stående under beläggningen. Stenarna "pumpas" sedan loss av biltrafiken.



Fig 5.16 Smågatsten med olika kulör satt i objektanpassat mönster.



Fig 5.17 Gatsten med olika kulör kan användas för beständig markering i gatan.

### Vanliga orsaker till misslyckade gatstensbeläggningar

- Underdimensionerat bärlager
- Sopmaskiner suger upp fogarna
- Trafik genom vattensamlingar på beläggnings pumpar först bort fogarna och därefter underliggande sättsand
- Bärlagret ovansida ej i rätt nivå, nivåjustering med för tjockt sättslag
- Otillräcklig packning av bär- och eventuellt förstärkningslager

Faktaruta 5.18

### 7-10 års erfarenheter från danskt projekt

#### Gäller i tillämpliga delar både gatsten och hällar som trafikeras av fordon

- Beläggnings bör indelas i fält som avgränsas med exempelvis kantsten. Detta för att ge stöd och ta upp rörelser.
- Läggnings i bruk hålls avstängd från fordonstrafik i min 14 dygn. Om temperaturen understiger +10°C ökas denna period.
- Läggnings eller fogning med betong får ej utföras om temperaturen understiger +5°C. Då sker i princip ingen härdning.
- Skydda beläggning lagd i bruk mot regn och uttorkning i 4-5 dygn.
- Sten med sågade kantsidor ska ha fasade kanter. Undersidan ska vara grov, t ex kryssharnad eller flammad.
- Betongblandningar ska ha kval min 25 MPa och användas inom 2 tim. Blandas 1:2,2 med 0-8 mm skarpkantat, tvättat grus. För att förbättra konsistensen används flyttillsats, ej enbart vatten!
- Betongunderlag under beläggning ska alltid dräneras. Vatten kan alltid tränga genom fogarna och orsaka frostsador.
- Bruksfogar som utförts tidigare dag "tillbakahugges" före ny fogning.
- Betongunderlag och beläggning indelas med dilatationsfogar i fält med max 6x6 m sidor.
- Till sammanhängande ytor och körbanor intill varandra används stenmaterial med enhetlig tjocklek.

Faktaruta 5.19

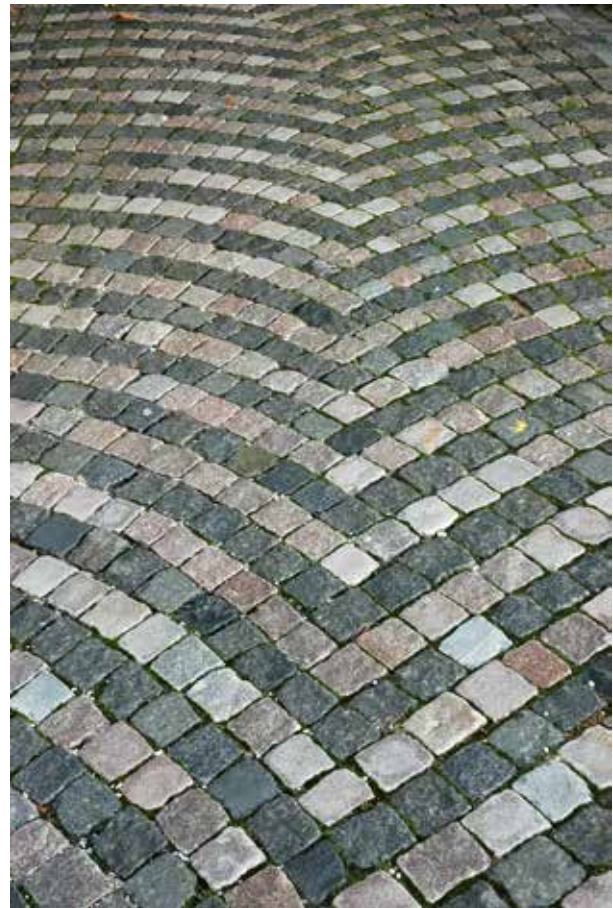


Fig 5.20 Dekorativ bågsättning med smågatsten i olika kulörer.

# 6 KANTSTEN



## 6.0 INLEDNING

Kantstenens främsta uppgift är att spänna in beläggningssytan. Den ska vara en styv, mothållande komponent i markbeläggningssystemet för att hålla hällarna/plattorna/stenarna på plats. Se fig 4.20. Kantstenen ska monteras så att den får tillräcklig styvhet för erforderliga mothållskrafter. Trafikbelastningen är avgörande för hur kantstenen ska monteras. För överföring av de mothållande krafterna är fogarnas egenskaper av avgörande betydelse.

Kantstenen har också en mycket viktig uppgift att skilja olika marktyper åt och att markera markytors olika användning. Exempel på detta är gränsen mellan gata och trottoar, mellan plantering och gång- eller cykelbana eller som stöd för refuger i gata och väg.

## 6.1 MATERIALVAL OCH YTBEARBETNING

I hårt trafikerade miljöer ställs stora krav på hållfasthet, slitstyrka och frostbeständighet hos kantstenen, där inte minst snöplogning belastar stenen hårt.

Vanligen används granit, som har lång livslängd, vilket inte minst den omfattande återanvändningen av kantsten visar.

I trädgårdar och parker är slitaget oftast inte lika hårt, utan här utgör kantstenen mer en markering och en dekoration. I sådana miljöer används kantsten av granit, skiffer och/eller kalksten.

Kantsten användes också som sättsteg till terrängtrappor och åsrestigar. Se avsnitt 7, trappor.

### Granit

Det ställs stora krav på stenens hållfasthet när den används som kantsten vid gator och vägar med kraftig trafik. Stenen måste ha hög mekanisk hållfasthet och inte vara för spröd för att tåla påfrestningarna från snöplogar och annan trafik. Vid vårdslös framfart kan även sten av god kvalitet skadas. Dessutom måste den ha god beständighet så att den inte fryser sönder eller vitttrar i en miljö som ofta är saltbemängd.

Råkilad kantsten av granit tillverkas av granitsorter med god klyvbarhet. Samtliga ytor ska vara råkilade. Synliga ytor ska vara fria från borrhål, men märken efter utjämnade kilhål får finnas. Stenen ska vara fri från rostfläckar. Mineral som kan ge upphov till rostning får inte förekomma.

Kryssharnrad (gradhuggen) kantsten tillverkades förr genom planhuggning av råkilad sten. Numera sågas stenen ut och kryssharnrad därefter.

Flammad kantsten produceras på samma sätt som kryssharnrad.

### Skiffer

Kvartsitskiffer används som kantsten i vissa sammanhang, huvudsakligen som stående plattor. Skiffer har dock begränsningar pga klyvbarheten, främst att den bara finns i bredd upp till 80 mm. I trädgården är dock kantsten av skiffer ett utmärkt val för att skilja gångytan från blomsterbädden och gräsmattan.

| Dimensionstoleranser för granitkantsten enligt SS-EN 1343                                 |         |                      |                        |
|---|---------|----------------------|------------------------|
| Tillåten avvikelse från nominell dimension  | Bredd   | Höjd                 |                        |
|   |         | Klass 1 (H1)         | Klass 2 (H2)           |
| Mellan två kilade/huggna <sup>1</sup> sidor   | ± 10 mm | ± 30 mm              | ± 20 mm                |
| Mellan en kilad/huggen <sup>1</sup> och en bearbetad sida <sup>2</sup>                    | ± 5 mm  | ± 30 mm              | ± 10 mm                |
| Mellan två bearbetade sidor   | ± 3 mm  | ± 10 mm              | ± 5 mm                 |
| Tillåten avvikelse från raket och skränkning (vridning) (Enbart rak kantsten)             |         |                      |                        |
|   |         | Råkilad <sup>1</sup> | Bearbetad <sup>2</sup> |
| Kantraket parallellt med översidan (e)  |         | ± 6 mm               | ± 3 mm                 |
| Kantraket vinkelrätt mot översidan (f)  |         | ± 6 mm               | ± 3 mm                 |
| Vinkelräthet mellan översida och framsida (nominellt vinkelrät) (a)                       |         | ± 10 mm (+10/-15)    | ± 7 mm (+0/-10)        |
| Vridning av överytan  |         | ± 10 mm              | ± 5 mm                 |
| Vinkelräthet mellan översida och fogsida (b), (c), (d)                                    |         | ± 5 mm               |                        |
| Tillåten avvikelse från skränkning (vridning) synliga ytor                                |         |                      |                        |
|   |         | Klass 1 (D1)         | Klass 2 (D2)           |
| Sågad   |         | ± 5 mm               | ± 2 mm                 |
| Ytbearbetad <sup>2</sup>  |         | ± 5 mm               | ± 5 mm                 |
| Kilad/huggen  |         | ± 15 mm              | ± 15 mm                |
| Tillåten ytojämnhet (fördjupningar och förhöjningar)                                      |         |                      |                        |
|   |         | + 10 mm, - 15 mm     |                        |
| Kilad/huggen (typ RV, RF)   |         | + 5 mm, -10 mm       |                        |
| Grovbearbetad (typ GV, GF)  |         | + 3 mm, -3 mm        |                        |
| Finbearbetad  |         |                      |                        |
| 1) Kilad, huggen, klippt, etc.  |         |                      |                        |
| 2) Till exempel flammad, krysshämrad, blåstrad  |         |                      |                        |
| Synliga ytor ska vara fria från borrhål, men märken efter utjämnade kilhål får finnas.    |         |                      |                        |
| Radien både för råkilad och bearbetad radiekantsten ska ligga inom 2 % av nominellt värde |         |                      |                        |

Tabell 6.1

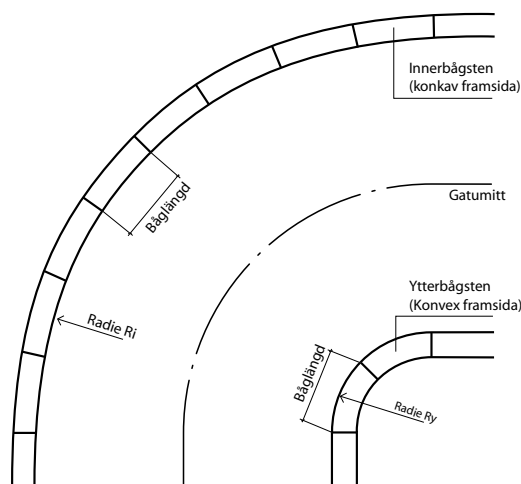


Fig 6.3

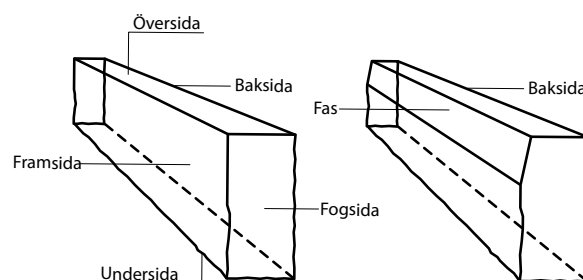
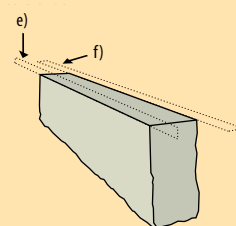


Fig 6.4 Benämning av kantstens olika ytor.

## Mätning av formtoleranser

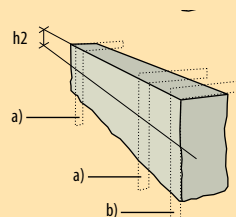
## Kantraket



e) Kantraket parallellt med översidan

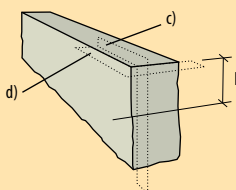
f) Kantraket vinkelrätt mot översidan

## Vinkelräthet



a) Vinkelräthet mellan översida och framsida intill måttet h2.

b) Vinkelräthet mellan översidans och fogsidans ändkantlinjer intill måttet h2



c) Vinkelräthet mellan översida och fogsida intill måttet h2.

d) Vinkelräthet mellan framsidans och fogsidans övre kantlinjer.

Fig 6.2

## Kalksten

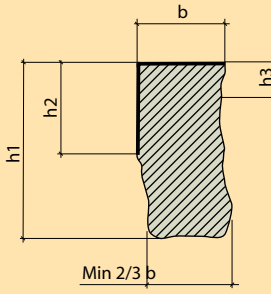
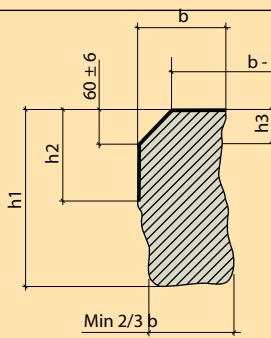
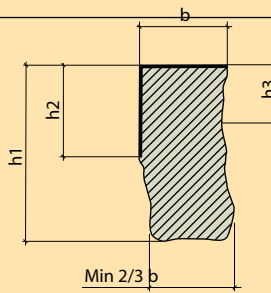
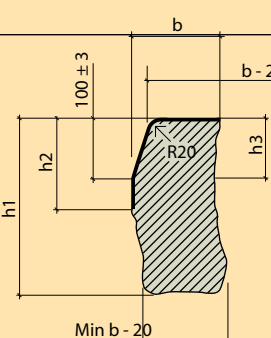
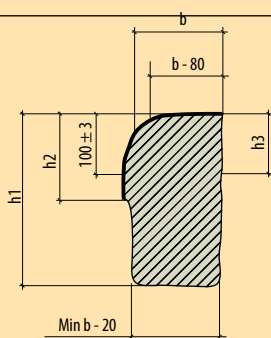
Kantsten av kalksten för trädgårdar tillverkas normalt med klovyta. Synlig ovankant utförs dubbeltucken och fogändar sågade. Undersidan är antingen sågad eller har oregelbunden, huggen form.

## 6.2 FORMAT OCH STANDARDER

## 6.2.1 Granit

Här lämnas en översiktlig bild av de typer av granitkantsten som förekommer i Sverige. *Granitkantsten* tillverkas enligt standard SS-EN 1343, som föreskriver mått, tillverknings toleranser och ytbearbetningar. På den svenska marknaden

**Granitkantsten, typer, dimensioner och tillverknings toleranser**

| Tvärsektion, benämning   | Beteckning   | Tillverkningsmått, mm                         |  |  |                                 |                            |
|--|--|---|--|--|---------------------------------|----------------------------|
|  |  | Bredd   | Total höjd, h1                                 |  | h2<br>min                       | h3<br>min                  |
|  |  |   | Klass 1  | Klass 2  |                                 |                            |
|  <p>Råkilad vinkelkantsten, RV</p>          | RV 1<br>RV 2<br>RV 4<br>RV 5 <sup>1</sup><br>RV 6 <sup>2</sup> | 150±10<br>120±10<br>100±10<br>100±10<br>75±10 | 300±30<br>300±30<br>300±30<br>260±30<br>260±30 | 300±20<br>300±20<br>300±20<br>260±20<br>260±20 | 150<br>150<br>150<br>120<br>100 | 60<br>60<br>60<br>60<br>60 |
| 1) RV 5 enbart efter särskild beställning<br>2) RV6 kallas även trädgårdskantsten  |  |   |  |  |                                 |                            |
|  <p>Råkilad faskantsten, RF</p>             | RF 1<br>RF 2<br>RF 4   | 150±10<br>120±10<br>100±10                    | 300±30<br>300±30<br>300±30                     | 300±20<br>300±20<br>300±20                     | 150<br>150<br>150               | 60<br>60<br>60             |
|  <p>Krysshamrad vinkelkantsten, GV</p>     | GV 1<br>GV 2   | 150±3<br>120±3                                | 300±30<br>300±30                               | 300±20<br>300±20                               | 150<br>150                      | 100<br>100                 |
|  <p>Krysshamrad faskantsten, GF</p>       | GF 1   | 170±3   | 300±30   | 300±20   | 150                             | 100                        |
|  <p>Krysshamrad överkörningssten, ÖGF</p> | ÖGF  | 170±3<br>rundad<br>kant                       | 300±30   | 300±20   | 150                             | 100                        |

Tabell 6.5

förekommer i huvudsak sex utföranden: Råkilad/klippt vinkelkantsten (RV), råkilad/klippt faskantsten (RF), kryssharnrad (gradhuggen) vinkelkantsten (GV) och kryssharnrad (gradhuggen) faskantsten (GF). En kryssharnrad (gradhuggen) överkörningssten (GFÖ) anpassad för infarter, o dy1, används främst i stockholmsområdet. Se tabell 6.5.

### Standardutföranden av granitkantsten

- **Råkilad vinkelkantsten (RV)**  
samtlige sidor råkilade/klippta
- **Råkilad faskantsten (RF)**  
samtlige sidor råkilade/klippta
- **Kryssharnrad (gradhuggen) vinkelkantsten (GV)**  
synliga sidor kryssharnrade, övriga sidor sågade
- **Kryssharnrad (gradhuggen) faskantsten (GF)**  
synliga sidor kryssharnrade, övriga sidor sågade
- **Flammad vinkelkantsten (FV)**  
fram- och översidor flammade, övriga sidor sågade

Faktabruta 6.6

Dessutom används en typ bred kantsten, benämnd "ramsten". Bredd och höjd varierar beroende på kommunens eller stadens egna standard.

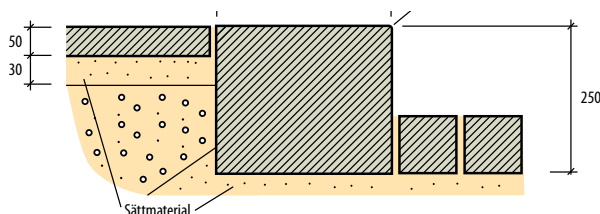


Fig 6.7 Ramsten

Andra typer av granitkantsten har tillkommit på marknaden, sedan den hantverksmässiga huggningen till viss del ersatts med sågning. Bland dessa specialtyper kan nämnas:

- Råkilad, sågad vinkelkantsten, med fog- och undersidor sågade övriga råkilade/klippta.
- Råkilad, sågad faskantsten, med fog- och undersidor sågade övriga råkilade/klippta
- Flammad, råkilad vinkelkantsten, med fram- och baksidor klippta, fog- och undersidor sågade samt översida flammad.

Granitkantsten levereras vanligen i fallande längder mellan 0,9 och 2 m. Varje passkapad stens längd ska vara minst 500 mm.

### Radiekantsten

Alla förekommande typer av granitkantsten tillverkas förutom som rak sten, också som radiestenen med synlig ytterradie (konvex, ry) eller innerradie (konkav, ri).

Att notera är förekomsten av standardradier, som av pris och leveranstidsskäl bör väljas i första hand.

Radier enligt tabell 6.8 tillverkas som standard och lagerhålls som regel.

### Standardradier för radiekantsten

|  |                     |
|--|---------------------|
| r=0,5  | även som ¼-cirkel   |
| r=0,6  | även som ¼-cirkel   |
| r=0,75   | även som 1/8-cirkel |
| r=1,0  | fallande längder    |
| r=1,5  | fallande längder    |
| därefter varje hel meter 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, och 12 i fallande längder |                     |

Tabell 6.8

Längden på radiestenen mäts alltid utmed den konvexa sidan.

Innerradier >10 meter utförs med raksten i max 1 m längder. Ytterradier > 15 meter utförs med raksten i max 1 m längder.

### 6.2.2 Skiffer

Kantsten i skiffer levereras i två standard-dimensioner, men andra dimensioner produceras på förfrågan. Ytan är naturlig klovyta med samtliga kanter sågade. Format: Höjd 150 eller 200 mm, tjocklek ca 30 mm, fallande längder. Tekniskt är det omöjligt att tillverka skifferkantsten med radieform.

### 6.2.3 Kalksten

Kantsten av kalksten tillverkas normalt i fallande längder i upp till 1200 mm längd, med klovyta och 50-70 mm bredd/tjocklek. Höjden är antingen 200 mm med sågad undersida eller upp till ca 250 mm med oregelbunden undersida.

Det går inte att tillverka radiestenen av kalksten.

### 6.3 FOGAR

Vid tillverkning av kantsten får tillverkningstoleranserna för positiv vinkelavvikelse vid fogsidor inte adderas till storleken på största tillåtna knöl (topp), då detta kommer att påverka fogtoleransen vid montering.

Montering av kantsten sker normalt utan att fogar tätas med fogmassa eller fogbruk. Råkantsten monteras med 3-10 mm synlig fog. Kryssharnrad och flammad kantsten monteras med 3-7 mm synlig fog.

Fogning med bruk eller fogningsmassa rekommenderas inte i annat än undantagsfall. Fogen skadas mycket lätt av fordon eller snöplog och kan också stänga inne vatten i trottoarbeläggningen.

Vid montering av kantsten mot yror med beläggning av plattor eller kantsten samt mot planterade ytor läggs remsor av fiberduk bakom fogarna. Detta för att hindra sättsand eller jord att rinna ut.

Bearbetning av fogsida får ske genom huggning eller sågning. Dock får inte en sågad fogsida sättas mot en huggen fogsida utan att den synliga delen av den sågade sidan tuktas efter sågning.

Alla sågade synliga sidor ska tuktas/huggas eller flammade efter sågning!

## 6.4 TILLGÄNGLIGHETSANPASSNING

Att anpassa trottoarkanten så att bilar med lätthet och utan skador på däcken ska kunna passera in till fastighet eller parkering är självklart och enkelt. Vid infarten monteras faskantsten (RF) eller särskild överkörningssten (GFÖ) med rundad kand.

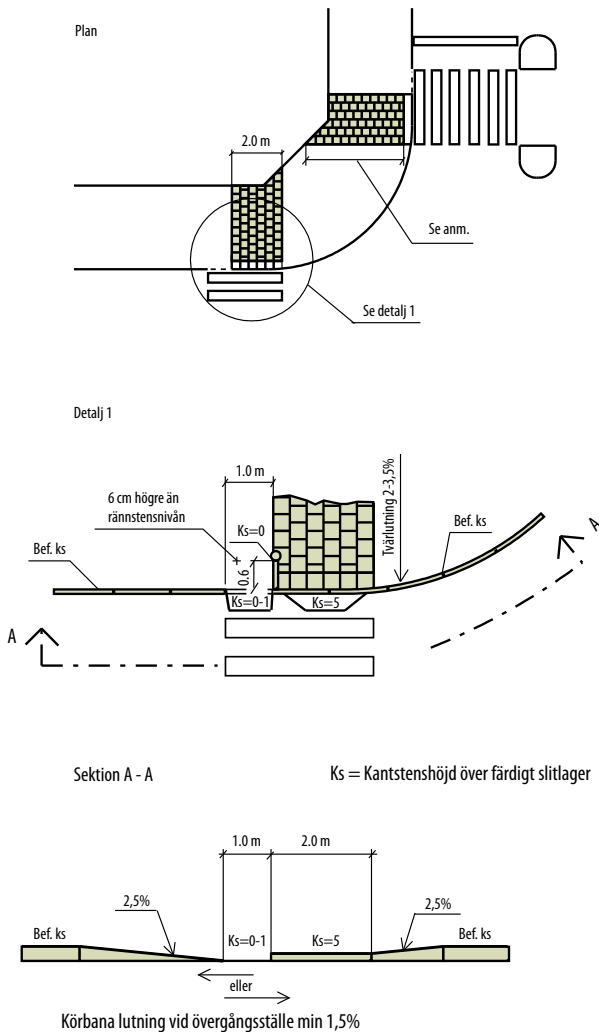


Fig 6.10 Exempel på tillgänglighetsanpassat övergångsställe. Stockholms stad.



Fig 6.9 Tillgänglighetsanpassat övergångsställe.

Anpassning av trottoarkant i anslutning till övergångsställe för fotgängare kan utföras så att rörelsehindrade, rullstolsburna och äldre människor med

rollator slipper någon kant att ta sig över. Personer med nedsatt syn behöver i stället en markerad kant för att känna var trottoaren börjar. Detta kan bli en konflikt vid utformningen.

En lokal försänkning med ramp av plattor mot gatan kan då utföras vid en del av övergångsstället och på en annan del kan en låg, markerad kantsten monteras som varselmarkering. Ibland används även specialtillverkad kantsten med större bredd, som ger flack lutning och därmed bättre tillgänglighet.

## 6.5 PROJEKTERING OCH MONTERING

### Att tänka på vid projektering

- Välj sten och konstruktion efter belastning
- Välj toleransklass efter estetisk och ekonomisk värdering
- Ange stensort
- Välj faskantsten vid in- och utfarter, busshållplatser, etc
- Beakta tillgänglighetsanpassning
- Beakta avstånd till annat mothåll

Faktaruta 6.11

I bygghandlingarna anges tillverkningsstandard, SS-EN 1343, med beteckning för den kantsten som är aktuell i projektet. Toleransklass enligt standarden anges liksom om det ställs större toleranskrav än vad som framgår av standarden. Man ska vara medveten om att snävare toleranskrav alltid innebär ökat materialpris.

Beskrivning ska också ange vilken sort kantsten som skall användas. Då befintlig (begagnad) sten används anges om komplettering kan ske med ny sten eller likvärdig begagnad.

Vid busshållplatser väljs lämpligen en GF-sten (krysshamrad faskantsten) för att undvika skador på däck vid påkörning.

Av samma anledning är det lämpligt att välja råkilad faskantsten, RF, vid in- och utfarter och vid trånga passager.

I alla miljöer där kantstenen blir utsatt för hård belastning från snöplog eller annan typ av renhållningsmaskin rekommenderas fasad kantsten, exempelvis i anslutning mellan trottoar och övergångsställe.

Välj och föreskriv konstruktions-/monteringsmetod, (montering i obundet material eller betong och typ av bakstöd). I de fall kantstenen ansluter till trottoar, anges också typ av beläggning på trottoaren.

### 6.5.1 Val av konstruktion

Vid val av konstruktion/monteringsmetod bör hänsyn tas till trafikbelastning och snöröjningsmetod. Stor trafikbelastning kräver en stabilare konstruktion för att man ska slippa onödigt justering av kantstenen.



**Granitkantsten monteras -**

- i obundet material med motstöd av obundet material i vid ytor med ringa eller ingen fordonstrafik
- i obundet material med motgjutning av betong vid ytor med begränsad fordonstrafik.
- i betong med motgjutning av betong vid ytor med hög trafikbelastning

Faktaruta 6.12

**Montering**

När kantsten sätts med motstöd av grus bör en geotextil med måtten 20x30 cm läggas bakom fogen för att hindra sättsand från gångbaneläggningen att rinna genom fogen.

Avfasning i anslutning mot faskantsten

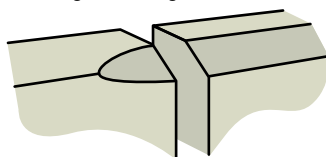


Fig 6.13

Anslutande sten mot faskantsten eller överkörningssten avfasas genom huggning på en längd av minst 150 mm. Fig 6.13.

Vid montering av kantsten används galgar för att styra höjd och riktning. Dessa monteras med 8 – 10 m avstånd från varandra. Detta för att riktsnöret ska kunna hållas så spänt som möjligt och påverkas minimalt av vind mm. Fig 6.14.

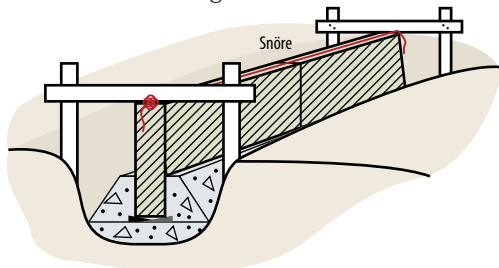


Fig 6.14. Galgar för inriktning av kantstenen

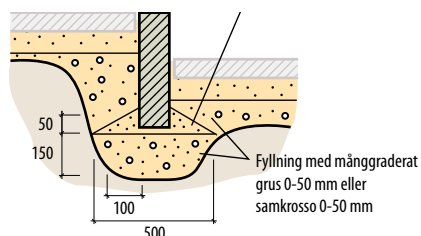
**6.5.2 Kantsten av granit, i obundet material med motstöd av obundet material**

Fig 6.15 Typkonstruktion KG

Kantsten sätts i 50 mm samkross. Motstöd utförs av månggraderat krossmaterial 0-16 eller 0-18 och packas med vibratorplatta e dyl. Fig 6.15.

Utförandet är endast lämpligt vid ytor utan eller med mycket ringa fordonstrafik.

**6.5.3 Kantsten av granit, i obundet material med motgjutning av betong**

Kantsten sätts i 50 mm samkross. I samband med sättningen gjuts betong som motstöd. Betongen bör vara CEM II C20/25 sättmått S1 och med största stenstorlek 16 mm. Specificera vid beställning att betongen ska användas för kantstengjutning. Rekommenderat sättmått 20 – 30 mm (plastisk).

Utförandet är endast lämpligt vid ytor med upp till lätt fordonstrafik.

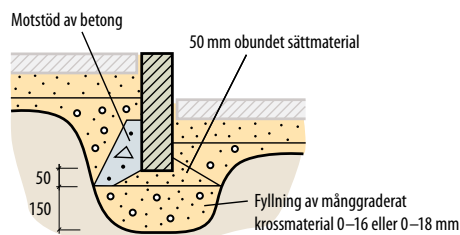


Fig 6.17 Typkonstruktion KG

**6.5.4 Kantsten av granit, i betong med motgjutning av betong**

Kantsten sätts på 50 mm avjämnad betong CEM I C20/25 sättmått S1. Underlag ska packas med vibratorplatta minst 200 kg. Kantstenen riktas i läge med tråkilar och gjuts fast med betong på båda sidor. Vid gjutning ska betong även stötas in under kantstenen. Kilarna gjuts in i betongen. Betong till avjämnning och motstöd bör vara CEM I C20/25 sättmått S1 och med största stenstorlek 16 mm. Specificera vid beställning att betongen ska användas för kantstengjutning. Rekommenderat sättmått 20-30 mm (plastiskt).

Utförandet ska tillämpas vid mycket starkt trafikerade platser och där särskilt stor hållfasthet mot påkörning erfordras.

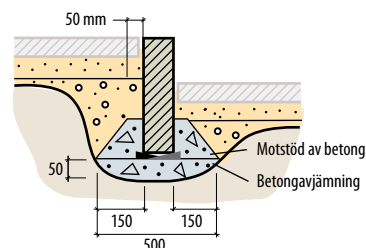


Fig 6.18 Typkonstruktion KB

### 6.5.5 Kantsten av skiffer och kalksten



Fig 6.19 Trädgårdskantsten av kalksten

Trädgårdskantsten av skiffer och kalksten sätts i betong. Bädden skall ligga minst 50 mm under botten på kantstenen och minst 50 mm upp på sidorna av stenen. Kantstenen ska sticka upp ca 50 mm ovan marknivå. Stenarna skjuts ihop mot varandra till en smal fog. Vill man ha bruksfog ska den vara 10-20 mm bred och tryckt med fogslev. Bruksfog är dock ovanligt. Eventuell bruksfogning kan tidigast påbörjas ett dygn efter sättning.

Eftersom kantstenen har klovyta så har den ganska vid tjocklekstolerans. Den bör därför sorteras vid monteringen. Börja med de tunnaste i ena änden av sträckan och avsluta med de tjockaste i den andra. När flera olika sträckor ska sättas kan man sortera den tunnaste på vissa sträckor och de tjockare på andra.

Synliga ändar på kalksten ska vara dubbelstuckna, inga sågade ytor får vara synliga.

### 6.6 KRAV PÅ FÄRDIG KANTSTEN

I kantstenslinjen på en raksträcka av 10 m får fram- och översida ej avvika från raklinjen med mer än 10 mm.

Största tillåtna språng vid fog vid framsida och översida är för råkilad sten 5 mm och för krysshamrad 3 mm, mätt 5 mm in på den lägre stenen.

Synlig fogbredd mellan kantstenar ska vara:

3-7 mm för krysshamrad kantsten

3-10 mm för råkilad (råhuggen) kantsten

Fasningar av kantsten ska utföras genom huggning. Sågade ytor eller spår av sågklinga får ej förekomma på synliga ytor.

Sten av olika utseende och sorter bör ej blandas i samma sträcka.

#### Bredd på synlig fog mellan kantstenar

- 3-7 mm vid krysshamrad sten
- 3-10 mm vid råkilad sten

Fig 6.20

### 6.7 ERFARENHETER

Här belyses några typiska problem som kan uppstå vid montering av kantsten och/eller vid montering av anslutande beläggningar.

Beteckningarna på radiestenen vållar ibland missförstånd.

- Innerbågsten monteras i kurvans yttre radie med den konkava, synliga sidan mot körbanan.
- Ytterbågsten monteras i kurvans inre radie med den konvexa, synliga sidan mot körbanan.

Råkantsten är tillverkad med en synlig sida och en baksida. Det är viktigt att stenen monteras så att den synliga sidan alltid vänds åt rätt håll, för att monteringslinjen ska bli rak.

Kantstenen med allt för vida måttoleranser måste måttsorteras före montering så att likartade bredder monteras i följd. Detta för att fogen mot anslutande yta/beläggning mot den bakre kantstenslinjen ej ska variera för mycket.

Om gata med kantsten, motgjutet med betong, ska beläggas med storgatsten bör sten med höjden  $100 \pm 10$  (9/11) istället för  $140 \pm 10$  (13/15) väljas till den närmaste raden.

Vid montering av kantsten vid starkt trafikerade ytor, t ex busshållplatser finns stor risk för att stenar nöts mot varandra i fogen och flisor spjälkas ut. Risken är stor när krysshamrad kantsten används med för smal fog. Detta motverkas om stenen monteras med rätt fogbredd. Eftergivligt distansmaterial kan användas i fogarna under monteringen som hjälp att för detta.

# 7 TRAPPOR



## 7.0 INLEDNING

Råkilade steg direkt i en sluttning eller formatskurva steg till en villatrappa - med naturstenen går det att skapa trappor av varierande form och funktion. Med rätt val av material och monteringsmetod får man trappor med lång livslängd, som åldras vackert.

## 7.1 MATERIALVAL OCH YTBEARBETNINGAR

För val av material och ytbearbetning gäller samma principer som för hällar. Se avsnitt 4.1. För botten- och översteg kan med fördel väljas sten med avvikande kulör eller ytbearbetning. Även kontrastmarkering av annat material med avvikande färg kan fällas in i steg med krysshamrad eller flammad yta eller klovyta.

### 7.1.1 Granit

Granit är ett tåligt material som tål de flesta påfrestningar som förekommer i utemiljön och är därför ett lämpligt material till de flesta typer av trappor.

#### Råkilade blocksteg

Blocksteg av granit tillverkas i varierande utföranden: (Se även tabell 7.1)

Helt *råkilade* blocksteg används ofta som terrängtrappor ute i naturen.

Synliga ytor utförs råkilade med max 25 mm knölar, med tillsatta raka kanter och utan märken efter kilhål.

Undersidan utförs råkilad med max 50 mm knölar, alternativt sågad.

Baksida är råkilad, alternativt sågad. Översteg tillverkas med tillsatt, rak bakkant.

Kortändar kan ha tre alternativa utföranden. Halvt diagonalt synliga, helt synliga eller fogändar. Synliga ytor är råkilade.

#### Krysshamrade eller flammade blocksteg

*Flammad* och *krysshamrade* blocksteg finns i två utföranden. Det vanligaste är steg med krysshamrad eller flammad ovansida och råkilad framsida, där framsidan bevarar en rustik känsla av natursten. Det andra alternativet är att även framsidan utförs krysshamrad eller flammad.

Denna typ av blocksteg används vid entréer och offentliga platser där en finare och mer förädlad miljö med bearbetad granit är önskvärd.

| Ytbearbetningar på blocksteg av granit |                   |             |         |
|--|-------------------|-------------|---------|
| Översida/plansteg                      | Framsida/sättsteg |             |         |
|  | Råkilad           | Krysshämrad | Flammad |
| Råkilad                                | X                 |             |         |
| Krysshämrad                            | X                 | X           | X       |
| Flammad                                | X                 | X           | X       |

Tabell 7.1



Fig 7.2 Blockstegtrappa av granit. Krysshämrad ovarsida och råkilad framsida.

### Beklädnadssteg

Plansteg av granit tillverkas i olika utföranden. Med över- och framsida *krysshämrade* eller med dessa sidor *flammade*. Med krysshämrad eller flammad översida och råkilad framsida, tjocklek dock min 60 mm. Sättstegets framsida och stegets synliga ändrar bearbetas normalt som planstegets översida.



Fig 7.3 Beklädnadssteg av krysshämrad granit

### 7.1.2 Skiffer

Skiffer har med sin naturliga *klovyta* en nära anknytning till naturen. Klovytan kan ha olika karaktär på olika skiffersorter, men den är alltid halksäker. Kvartsit- och fyllitskiffer tål frost och andra nedbrytningsmekanismer och är dessutom inte känslig för sur miljö orsakad av bl a luftföroreningar. Den kräver därför mycket lite underhåll.

Stegens kanter utförs vanligen sågade. På många skiffersorter går det också att få bräckt eller huggen kant som harmonierar väl med den naturliga klovytan.

Skiffer används ofta vid renovering av trappor som varit beklädda med material som inte varit tillräckligt beständiga eller då betongen i sig inte åldrats på ett fördelaktigt sätt. Denna lösning ger inte bara estetiska värden utan skyddar också betongkonstruktionen mot vidare nedbrytning.

### 7.1.3 Kalksten

Kalksten kan användas till alla typer av trappor där ej tösaltning förekommer. Kalkstenstrappor tillverkas med nedanstående ytbearbetningar. Se även tabell 7.4 och avsnitt 4.1.3

Den naturliga *klovytan* på kalksten ger en rustik karaktär. Under den första tiden kan små flisor släppa från ytan varför den under den första tiden inte är lämplig att gå barfota på. Synliga kanter utförs vanligen *dubbelstuckna* och fogsidorna *sågade*.

Sättsteg tillverkas dubbelstuckna eller med klovy-

ta. Undersida kan vara klovyta, hyvlad eller sågad.

*Topphyvlad* yta utförs på den naturliga klovytan på kalksten som hyvlas av så att knölna jämnas av. Synliga kanter utförs dubbelstuckna, handhuggna eller grovslipade.

*Hyvlad* yta finns i tre grader, fin-, normal- och grovhyvlad. Synliga kanter utförs dubbelstuckna, handhuggna eller grovslipade. Fogsidor sågas. Framkanten på stegen kan hyvlas men inte kortändarna. Undersidan hyvlas eller sågas.

*Handhuggna* ytor som lågerhuggen, tandhuggen eller skrädhuggen yta är gamla bearbetningar. De är vanliga på blockstegstrappor men förekommer mer sällan på beklädnadsstrappor. Handhuggningen utförs ofta på ytan i kombinationer med bårder med avvikande bearbetning. Fogsidor utförs sågade. Undersidan hyvlas eller sågas.

*Krysshamrade* och *flammad* ytor är plana och halksäkra, men är relativt ovanliga på kalksten. Synliga kanter utförs dubbelstuckna, handhuggna eller grovslipade. Sättstegen utförs dubbelstuckna, handhuggna eller krysshamrade. Fogsidor sågas. Undersidan hyvlas eller sågas.

| Ytbearbetningar på block- och beklädnadssteg av kalksten |               |            |            |                |
|--|---------------|------------|------------|----------------|
| Framsida/sättsteg  |               |            |            |                |
| Översida/<br>plansteg                                    | Dubbelstucken | Handhuggen | Grovslipad | Antikbearbetad |
| Klovyta  | X             |            |            |                |
| Topphyvlad   | X             | X          | X          |                |
| Hyvlad   | X             | X          | X          |                |
| Handhuggen   |               | X          |            |                |
| Krysshamrad<br>Flammad                                   | X             | X          | X          |                |
| Antikbearbetad   | X             |            |            | X              |

Tabell 7.4

*Antikbearbetning* utförs vanligtvis på en topphyvlad yta som efterborstas grovt eller slipas. Olika kombinationer av bearbetningar kan tas fram för att anpassas till äldre stenhuggeriarbeten vid kompletteringar. Antik och rustik är andra namn på olika antikbearbetningar. Dessa namn kan ha olika innebörd beroende på leverantör. Begär alltid prover innan leverans för att säkerställa vilken typ av antikbearbetning som är lämplig. Synliga kanter utförs dubbelstuckna eller antikbearbetade. Sättsteg utförs

dubbelstuckna eller antikbearbetade. Fogsidor sågas. Undersidan hyvlas eller sågas.



Fig 7.5 Blocksteg av röd, lågerhuggen kalksten leder upp till uteplats med grovhyvlad kalksten i polygonmönster.

## 7.2 DIMENSIONER OCH TOLERANSER

Stentrappans olika stegtyper benämns bottensteg (B), mellansteg (M) och översteg (Ö).

Stentrappans huvudmått framgår av nedanstående skiss.

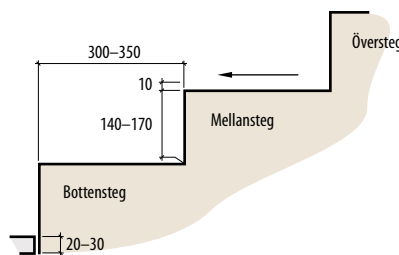


Fig 7.6

### 7.2.1 Blocksteg

Blocksteg av natursten ger stora möjligheter till val av format och konstruktion.

Om inte steget kan göras i ett stycke måste fogindelning anges. Genomgående stötfogar (vertikala fogar) bör undvikas. Breda trappor kan också utföras med steg i fallande längder.

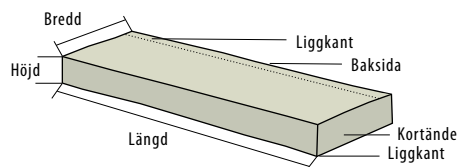


Fig 7.7

### Granit

Blocksteg av granit tillverkas vanligen i längder upp till 2,4 m. Längre steg delas i regel. Om långa steg önskas i ett stycke kontrolleras leveransmöjligheten med leverantören.

Bredd och höjd anpassas till trappans totalmått.

Vanliga dimensioner på blocksteg är:

Bredd 360 mm, varav synligt 340 mm, höjd 140 mm, vilket ger en steghöjd på 150 mm inklusive fall och fog. Bottensteget tillverkas 20-30 mm högre.

Svängda trappor kan också utföras med steg kilade i radiell form.

Barnvagnsramper som är infällda i blockstegstrappor utförs vanligen 300 mm breda och med 300 mm steg mellan ramperna.

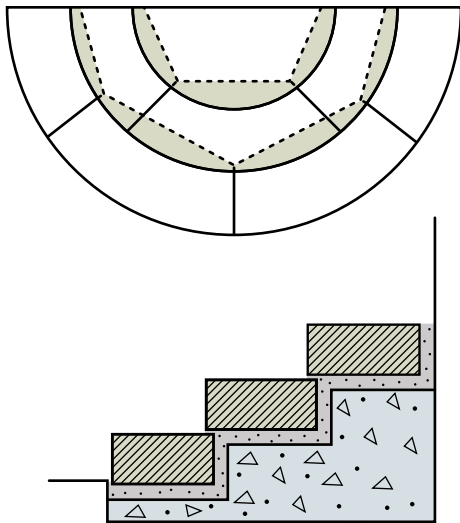


Fig 7.8 Halvcirkelformad entrétrappa uppbyggd av formatanpassade blocksteg.

| Standardstorlekar på blocksteg av granit |       |              |       |           |
|--|-------|--------------|-------|-----------|
| Längd                                    | Bredd | Synlig bredd | Höjd  | vikt kg/m |
| 1500±3                                   | 360   | 340          | 140±3 | 140       |
| 2000±3                                   | 360   | 340          | 140±3 | 140       |

Tabell 7.9

### Skiffer

Massiva blocksteg av vissa skiffersorter tillverkas med sågad eller bräckt kant. Eftersom det är svårt att hugga till så tjocka steg accepteras märken efter borrh- och kilhål i stegens ändar.

Blocksteg av skiffer tillverkas på beställning, vanligen i tjocklek/höjd mellan 120 och 180 mm.



Fig 7.10 Blockstegstrappa av skiffer i anslutning till skifferkallmur.

### Kalksten

Vid beställning av blocksteg av kalksten måste leveransmöjligheten undersökas. Tillgången på tillräckligt tjock sten, kärnsten (sten utan klov) kan vara

begränsad vilket kan innebära leveransproblem. Den största tjocklek som kan levereras är oftast 180 mm och maximal längd är 2 m. Kontrollera alltid med leverantören vilka mått som gäller. En alternativ lösning är att tunnare plattor limmas ihop till blocksteg.

### 7.2.2 Beklädnadssteg

Valet av tjocklek på beklädnaden är såväl en estetisk som teknisk fråga. Sten med hög böjdraghållfasthet tål påkänningarna i en trappa bättre än en med låg och därför kan tunnare plattor användas. Eventuell fogindelning görs med förskjutning av planstegens fogar. Fogförskjutning mellan steg ska vara minst 300 mm

Sättstegen i trappan kan ha olika utförande, men vanligen väljs samma stensort som i planstegen, vilket ger ett harmoniskt utseende.

| Rekommenderade max längder för plansteg |        |                  |          |
|---|--------|------------------|----------|
| Tjocklek                                | Granit | Kvartsit-skiffer | Kalksten |
| 25                                      |        | 1500             |          |
| 30                                      | 1200   | 1500             | 2000     |
| 40                                      | 1600   |                  | 2000     |
| 50                                      | 2000   |                  | 2000     |
| 60                                      | 2000   |                  | 2000     |
| 70                                      | 2000   |                  | 2000     |

Tabell 7.11

### Granit

| Vanliga utföranden på plansteg av granit                                |             |         |                   |
|---|-------------|---------|-------------------|
| Översida  | Framsida    |         |                   |
|   | Krysshamrad | Flammad | Råklad, tj min 60 |
| Krysshamrad   | X           |         | X                 |
| Flammad   |             | X       | X                 |
| Synliga ändar bearbetas normalt på samma sätt som planstegets framsida. |             |         |                   |

Tabell 7.12

För beklädnadstrappor begränsas steglängden beroende på tjocklek och ytbearbetning. Tjockleken bör dock vara minst 30 mm.

Längden på krysshamrade respektive flammade steg måste begränsas pga risken för att materialet

böjer sig vid tillverkningen. Smala plattor böjer sig mer än breda. Den maximala längden varierar med stensort. Kontrollera med leverantören.

### Skiffer

Plansteg av skiffer produceras huvudsakligen med kloyta och i fallande längder med standardbredder. De kapas till önskad längd av stenslutar eller på stenhuggeri. Tillverkning av steg med bestämda mått efter ritning eller mall förekommer också i stor utsträckning hos skifferproducenterna.

Standardbredder är normalt 300 och 350 mm. Eftersom skiffer varierar något i tjocklek fräses antingen hela undersidan eller ca 60 mm av framkantens undersida till standardtjocklek som är 25 eller 30 mm.

Den normala steghöjden är ca 170 mm. På grund av olika stentjocklek, fogbredder, etc så tillverkas sättsteg i fallande längder med standardbredder på 120, 130, 140 och 150 mm. Tjockleken är vanligen 20 mm.

Ett alternativ som kan väljas för vissa skiffersorter är att utföra sättstegen med mursten. Man väljer då relativt tunn mursten med max 80 mm djup.

Skiffers karaktär med hög böjdraghållfasthet gör det möjligt att konstruera trappor med vangstycken och fribärande plansteg helt i sten. Trappan dimensioneras med stegtjocklek anpassad till belastning och spännvidd. Vangstyckena kan naturligtvis också utföras av betong, trä, eller liknande.



Fig 7.13 Beklädnadstrappa med steg av skiffer

### Kalksten

För rekommenderade tjocklekar och längder på plansteg av kalksten se tabell 7.11. Sättstegen tillverkas i regel med samma tjocklek som planstegen.

## 7.2.3 Toleranser

För tillverkningstoleranser se även Natursten, delen Terminologi & Toleranser.

Om inget annat anges rekommenderas Sveriges Stenindustriförbunds toleranser enligt tabell 7.14. Andra toleranser kan överenskommas mellan leverantör och beställare.

Vid montering i fästmassa krävs sten med kalibrerad tjocklek och snäva toleranser. Detta gäller såväl tjockleksavvikelse som undersidans planhet inklusive buktighet

| Rekommenderade toleranser på plan- och sättsteg (beklädnadssten) |          |         |                                   |
|--|----------|---------|-----------------------------------|
|  | Kloyta   |         | Flammad, kryssharnad, hyvlad yta* |
|  | Kalksten | Skiffer | Granit/kalksten                   |
| Tjocklek   | ± 10 mm  | ± 2 mm  | ± 2 mm                            |
| Tjocklek, synlig kantyta   | ± 5 mm   | ± 2 mm  | ± 2 mm                            |
| Ytmått - längd, bredd  | ± 2 mm   | ± 2 mm  | ± 2 mm                            |
| Diagonalmått   | ± 2 mm   | ± 2 mm  | ± 2 mm                            |
| Buktighet på 1 m längd   | ± 8 mm   | ± 8 mm  | ± 4 mm                            |

\*Gäller även topphyvlad yta, då gropar dessutom får förekomma.  
Hyvling utförs endast på kalksten

Tabell 7.14

## 7.3 FOGAR

### Rekommenderad fogbredd (dagfog) i trappor

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| Blocksteg med sågade sidor        | 3-8 mm  |
| Beklädnadssteg med bräckta kanter | 8-12 mm |
| Beklädnadssteg med sågade kanter  | 6-8 mm  |

Tabell 7.15

Trappor på betongkupa fogas med cementbruk C 100/300 med tillsats som förbättrar vidhäftningen och elasticiteten samt gör bruket tätare så att vattenomträngningen minimeras. Detta för att minska risken för salt- och kalkutfällningar.

## 7.4 PROJEKTERING OCH MONTERING

Vid utformning av trappor är det viktigt att få rätt förhållande mellan steghöjd och stegbredd så de blir bekväma att gå i. Detta gäller inte minst terrängtrappor som ofta har många steg.

$$2 \times \text{steghöjden} + \text{stegdjupe} = 64 \text{ cm}$$

För god gångbarhet kan trappan dimensioneras enligt formeln:  $2 \times \text{steghöjden} + \text{stegdjupe} = 64 \text{ cm}$ . Lämplig steghöjd utomhus är 15 cm. Exempel: Total nivåskillnad 135 cm, steghöjd 15

cm.  $135:15 = 9$  steg. Planstegets djup blir då enligt formeln 34 cm (+ överlappning)

### 7.4.1 Val av konstruktion

Trappkonstruktion väljs beroende på trappans funktion, belägenhet och belastning. Förutom estetiska aspekter måste man även ta hänsyn till nedanstående faktorer.

I handlingarna ska det klart anges vilken stensort och ytbearbetning samt vilka dimensioner som ska användas.

#### Att tänka på vid val av trappkonstruktion

- Gångbarhet
- Halksäkerhet
- Mekanisk hållfasthet
- Risk för salt- och kalkutfällning
- Visuella och taktila aspekter

Faktaruta 7.16

#### Vanliga trappkonstruktioner

- Blocksteg i bruk på betong
- Blocksteg i grus på krossmaterial/makadam
- Blocksteg i bruk på krossmaterial/makadam
- Beklädnadstrappa i bruk på betong
- Plan- och sättsteg i grus på krossmaterial/makadam
- Åsnevig med sättsteg av kantsten

Faktaruta 7.17

De vanligaste trappkonstruktionerna är:

**Blocksteg i bruk** på underlag av betong. Stegen läggs vanligen i bruksbanor på en lutande, armerad betongplatta. Inträngande vatten ges tillfälle att passera under blockstegen mellan bruksbanorna och därigenom förhindras saltutfällningar. Konstruktionen är stabil och stegen ligger kvar av sin egenvikt även om vidhäftningen mot bruket skulle släppa. Betongplattan kan ha ett mycket enkelt utförande, men måste dimensioneras så att den tar upp aktuell belastning utan att spricka.

**Blocksteg i grus** på underbyggnad av packat krossmaterial. Denna konstruktion ger en flexibel trappa som i viss mån kan anpassa sig till underlagets rörelser. Det är dock viktigt att underbyggnaden utförs till tillräckligt djup och med erforderlig komprimering. Konstruktionen är mycket kostnadseffektiv med låga underhållskostnader.

**Beklädnadstrappa i bruk** på betongunderlag utförs vanligen med plan- och sättsteg i form av plattor, som monteras i bruk mot en trappformad stomme av betong. Denna konstruktion används i första hand på trappor i anslutning till byggnader.

**Plan- och sättsteg i grus** på packat underlag av krossmaterial byggs vanligen upp av sten med god klyvbarhet som skiffer och kalksten. På underlaget monteras murstenar som sättsteg och hållar läggs som plansteg. Utrymmet under stegen fylls efter hand med packat krossmaterial. Konstruktionen

kräver minimalt underarbete och ger en flexibel trappa. Det krävs dock stor hantverksskicklighet hos montören.

**Åsnevig med sättsteg av kantsten** används för att ta upp nivåskillnader vid flackare lutning. Kantstenen sätts som sättsteg, vanligen i grus, medan planstegen beläggs med hållar, gatsten eller grus. Även detta är en enkel och flexibel konstruktion som är väl anpassad till naturen.

### 7.4.2 Blockstegstrappor

Blockstegstrappor av natursten är tunga och stabila. Risken för mekaniska skador och misspyrdande saltutfällningar är minimal. De lämpar sig därför till de flesta typer av trappor utomhus. Kostnaden för underbyggnaden blir i allmänhet låg och uppväger att stegen vanligen är något dyrare än plattor till en beklädnadstrappa.

En enkel grundregel för beräkning av antalet steg i en blockstegstrappa är att dela höjden/nivå-skillnaden med 150 mm, som är normal steghöjd, samt dela längden med 340 mm, som är vanlig stegbredden/djup.

Fogförskjutningen i de olika stegen ska vara minst 300 mm. Stegen läggs med ordentligt fall ca 10 mm för vattenavrinning. Stegen monteras med 20 mm övertäckning på underliggande steg. Liggkanter huggs på över- och undersidor av råkilad sten. För att få en stabilare trappa och minska risken för förskjutningar kan låsning mellan stegen utföras med urfräst spår eller rostfria, syrafasta dubbar, fig 3.XX

Nedersta steget, bottensteget utförs 20-30 mm högre än övriga så att markbeläggningen nedanför trappan kan läggas mot detta.

#### Montering i bruk

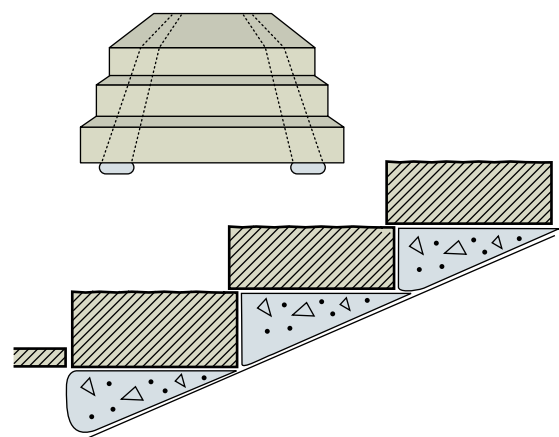


Fig 7.18 Blockstegstrappa monterad med cementbruk på balkar. Typkonstruktion T3

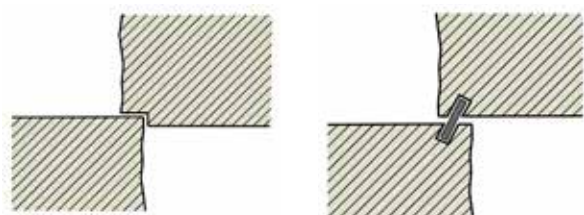


Fig 7.19 Låsning mellan blocksteg kan uppnås med urtag eller rostfria dubbar.



Vid montering i bruk utförs underlaget vanligen av en ramp av betong med 50-100 mm tjocklek. Plattan gjuts direkt på slänt av väl packat, icke tjälskjutande material. Stegen sätts i jordfuktigt cementbruk som läggs i 150-200 mm breda banor. Mellan banorna av cementbruk läggs dränerande grus som kanaler för att hindra kvarstående vatten som kan ge upphov till frostsador och salt-/kalkutfällningar. Kanalerna måste mynna ut i dräneringsskikt i trappans nederände. Vid montering i cementbruk är det viktigt att slamma stegens undersida på den yta som ligger an mot bruket för att öka vidhäftningen.

Vid sågad undersida rekommenderas att stegen dubbas fast med rostfri dubb. Detta gäller främst översteget, då det inte har någon annan fixering.

Som alternativ till betongplatta kan prefabricerade balkar av betong användas. Stenen monteras på balkarna med cementbruk på samma sätt som vid underlag av betongplatta. Mellan balkarna fylls med dränerande grus.

#### Montering i obundet material

Läggning kan utföras i grus på en underbyggnad av makadam/krossmaterial, eller på en 50 - 100 mm tjock sluttande betongplatta. Underbyggnaden utförs till tjälfrött djup och med erforderlig komprimering och dränering så att det inte finns risk för sättningar och tjälskjutning.

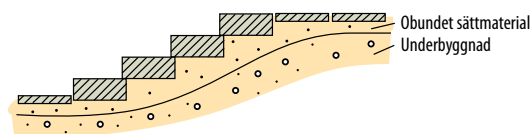


Fig 7.20 Montering av blocksteg på underbyggnad av grus eller samkross

#### 7.4.3 Beklädnadstrappor

Beklädnadstrappa i bruk på betongunderlag utförs vanligen med formatsågade plan- och sättsteg. Dessa monteras i bruk mot en trappformad stomme av betong. För att undvika att inträngande vatten orsakar lossfrysning, kalk- och saltutfällningar måste utrymmet mellan sten och betong fyllas helt med väl komprimerat bruk av god kvalitet. Bruket måste vara så tätt så att mycket lite vatten kan penetrera bruksbädden. Denna konstruktion används i första hand på trappor i anslutning till byggnader.

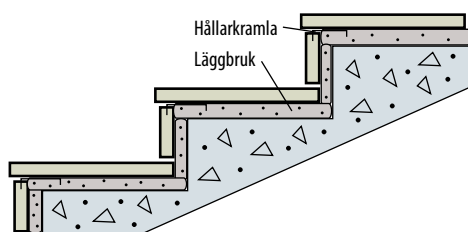


Fig 7.21 Beklädnadstrappa monterad i bruk på stomme av betong. Typkonstruktion T4

Valet av stentjocklek är delvis en estetisk fråga, delvis en teknisk. Det styrs av stegens bearbetning och längd. Se avsnitt 7.2.2.

Vid platsgjuten betongkonstruktion bör ca 30-60 mm undanhållas för bruksmån + planstegets tjocklek. För sättsteget undanhålls ca 20 mm bruksmån + sättstegets tjocklek.

Plansteget monteras med en lutning på 10 mm för att inte kvarstående vatten ska orsaka halka mm. Det bör dessutom monteras med språng på ca 20 mm, vilket har både estetiska och praktiska orsaker. Praktiska för att vattnet bättre leds undan och inte tränger in under plansteget och in i konstruktionen och orsakar frostsprängning, saltutfällningar, etc. Montering med plan- och sättsteg i liv ställer också mycket stora krav på snäva toleranser hos materialet och vid monteringen.

Vilplan i trappa läggs med ett fall på min 1 %.

Montering i fästmassa utförs när det inte finns utrymme för läggning i bruk. Konstruktionen kräver snäva måttoleranser både på trappstommen och stenmaterialet. Stommen utförs med erforderligt fall. Endast fästmassor som är speciellt anpassade för montering av natursten utomhus ska användas. Konsultera fästmasseleverantören.

#### 7.4.4 Trappor av hällar och mursten

Ett vanligt förekommande alternativ till beklädnadstrappa är en konstruktion som byggs upp på ungefär samma sätt som en bruksmur. Det innebär att man inte behöver någon betongkonstruktion utan trappan byggs upp i samband med stenmonteringen. Den utförs med spaltbara stentyper som skiffer och kalksten.



Fig 7.22 Skiffertrappa som utgör en integrerad del av muren.

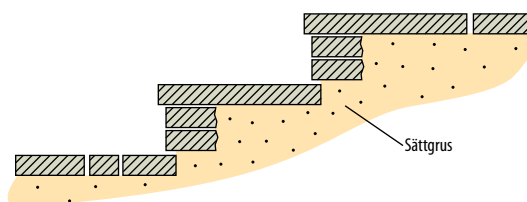


Fig 7.23 Trappa av skivor med sättsteg av mursten, monterad i grus. Typkonstruktion T5

Trappan monteras på en hårdjord yta av icke

tjälksjutande material 50-100 mm under marknivå. Första skiftet sättsteg, i form av mursten, läggs på en 70-120 mm tjock jordfuktad bruksbädd. Trappan byggs sedan upp skiftvis på samma sätt som en bruksmur. Inuti trappan fylls med makadam.

Tjockleken på plansteg och murstenen i sättsteg bör alltid vara densamma, eftersom sättstegen ofta tillverkas av spillet från planstegen. Om dessutom trappan har en synlig gavel stämmer skifthöjden alltid om man har samma tjocklek.

Erfarenheter visar att denna trappkonstruktion ger betydligt mindre risk för kalk- och saltutfällningar än vanliga beklädnadstrappor.

#### 7.4.5 Åsnestigar

Åsnestigar (gradänger) är ett mellanting mellan trappa och gångväg som utföres för att ta upp nivå-skillnader i tex slänter.

Stegens framkant "sättstegen" utföres vanligen med granitkantsten exempelvis RV4/RV2, men även blocksteg kan användas. Dessa bör utföres i ett stycke och kortare än 2 m. Vid behov monteras vangstycken av samma material.

Planstegen kan utföres med hällar, smågatsten eller enbart grus. Det är viktigt att granitkantstenar och smågatsten har likvärdig kvalitet och kulör om inte särskild markerings effekt önskas.

Planstegen bör luta minst 2% för att undvika kvarstående vatten.

Det är viktigt att planstegen har stöd i sidled, för att undvika sättningar. Sådant motstöd kan exempelvis utföres av storgatsten, kantsten, el dyl.

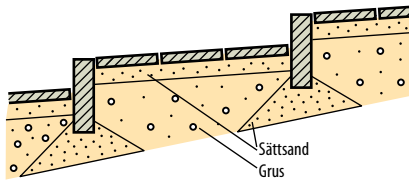


Fig 7.24 Åsnestig med sättsteg av kantsten och plansteg av hällar.



Fig 7.25 Åsnestig med sättsteg av kantsten och plansteg av gatsten

#### 7.4.6 Ramper

För att förbättra tillgängligheten för rörelsehind-

rade, barnvagnar och cyklar utföres ofta ramper i anslutning till trappor.

Rampens vangstycken (sidostycken) kan ofta med fördel utföres som murar av samma stensort som trappan, medan rampens slityta beläggs med hällar.

Ramper för rörelsehindrade kan inte ha samma lutning som trappan utan förläggs i en annan riktning men i anslutning till trappan.

Ramper för barnvagnar och cyklar kan integreras i blockstegstrappa, som då förses med sluttande block som läggs in mellan stegen.

Barnvagnsramp integrerad i trappa utföres 300 mm breda och med ett 300 mm steg i mellan.



Fig 7.256 Barnvagnsramp integrerad i blockstegstrappa. Beklädnadsmur med skiffer.



Fig 7.27 Låg ramp av kalksten för bättre tillgänglighet.

#### Tillgänglighet

Råd enligt Boverket, (BFS 2004:15), utdrag

#### En ramp bör :

- A/ vara horisontell eller luta högst 1:20 mellan minst 2 meter långt vilplan.
- B/ ha en höjdskillnad på högst 0,5 meter mellan vilplan
- C/ vara minst 1,5 meter bredd
- D/ vara fri från hinder.
- E/ ha minst 40 mm högt avåkningskydd vid höjdskillnad mot omgivning.

Punkterna A och B ger en maximal lutning på 8 cm/m i maximalt 6 meter. Därefter måste ett vilplan utföras med en längd av minst 2 meter.

Faktaruta 7.28

### 7.4.7 Krav på underlag

#### Blockstegstrappa

Betongramp som underlag för blockstegstrappa ska ha samma lutning som trappan. Betongens yta avjämnas så att avvikelser från planhet ligger inom 20 mm mätt på 3 m längd.

Packat underlag av samkross för läggning av blockstegstrappa i obundet sättlager ska ha en planhetstolerans som ligger inom 50 mm mätt på 3 m längd.

#### Beklädnadstrappa

Betongkonstruktion som ska beklädas med natursten ska vara utförd med 30-60 mm bruksmån för plansteg och ca 20 mm för sättsteg. Ytfinheten ska minst motsvarar avjämnad betong. Underlagets avvikelser från planhet ska ligga inom  $\pm 9$  mm mätt på 3 m längd.

Vid läggning i fästmassa ska betongen ha en ytjämnhet motsvarande minst brädriven yta med erforderligt fall. Planhetstoleransen är  $\pm 3$  mm på trappans bredd, dock ej längre mätsträcka än 3 m.

#### Åsne stig

Packat underlag av samkross för montering av åsne stig i grus ska ha en planhetstolerans som ligger inom 50 mm mätt på 3 m längd.

#### Ramp

Betongunderlag till ramp som beläggas med natursten ska ha samma lutning som den färdiga ytan med ytfinhet minst motsvarande avjämnad betong. Avvikelser från planhet ska ligga inom  $\pm 9$  mm mätt på 3 m längd.

### 7.4.8 Krav på färdig trappa

Krav på fogsprång, avvikelser från planhet mm framgår av vidstående tabell.

### 7.4.9 Anslutning mot andra material

När beläggning med hällar ansluter mot blockstegstrappa får blockstegen inte ha knölar inom ett djup som motsvarar hällarnas tjocklek + 30 mm. Se skiss 4.35.

#### Räcken

Infästning av ståndare för räcken bör inte göras i eller genom stegen utan i trappkupan eller annan vertikal yta. Detta för att undvika sprickor och vatteninträngning med risk för frostsprängning. Med sådan lösning blir det också lättare att byta ut ev skadade steg i trappan. Om hål måste borrar i stenen för sådan infästning ska hålet förseglas med elastisk fogmassa innan slutmontage.

Räcken i breda trappor bör monteras i en separat "räckesbalk" som är fri från stegen.

I blockstegstrappor kan man ordna infästningen av räcket genom att lägga ett rostfritt infästningsstål genom trappan under stegen i vilket ståndare

| Maximalt tillåtna avvikelser i mm på färdig trappa | Språng vid fog | Avvikelser från lutning, mätt på 0,25 m längd | Avvikelser från planhet, mätt på 2 m längd |
|--|----------------|---|--|
| <b>Blocksteg</b>                                   |                |   |  |
| Granit, råkilad                                    | 5              | 5   | $\pm 15$                                   |
| Granit, flammad, krysshamrad                       | 3              | 3   | $\pm 5$                                    |
| Skiffer, klovyta                                   | 5              | 3   | $\pm 10$                                   |
| Kalksten, klovyta                                  | 5              | 5   | $\pm 10$                                   |
| Kalksten, topphyvlad                               | 3              | 3   | $\pm 5$                                    |
| Kalksten, hyvlad                                   | 3              | 3   | $\pm 5$                                    |
| Kalksten, handhuggen                               | 3              | 3   | $\pm 5$                                    |
| <b>Plan- och sättsteg</b>                          |                |   |  |
| Granit, flammad, krysshamrad                       | 3              | 3   | $\pm 5$                                    |
| Skiffer, klovyta                                   | 3              | 3   | $\pm 5$                                    |
| Kalksten, klovyta                                  | 5              | 5   | $\pm 10$                                   |
| Kalksten, topphyvlad                               | 3              | 3   | $\pm 5$                                    |
| Kalksten, hyvlad                                   | 3              | 3   | $\pm 5$                                    |

Tabell 7.29

för räcket fästs.

När räcken och liknande måste infästas i stenen bör detta utföras så att en mindre hålkäl bildas mot infästningsgodset. Alla infästningar bör vara av rostfritt, syrafast stål och ingjutning bör utföras med cementbaserad fästmassa eller härdplast/kemiskt ankare, ej med svavel.

Infästningsdetaljer ska vara av rostfritt, syrafast stål. Se avsnitt 3.3.



Fig 7.30 Infästning av rostfritt räcke i vangstycke av granit

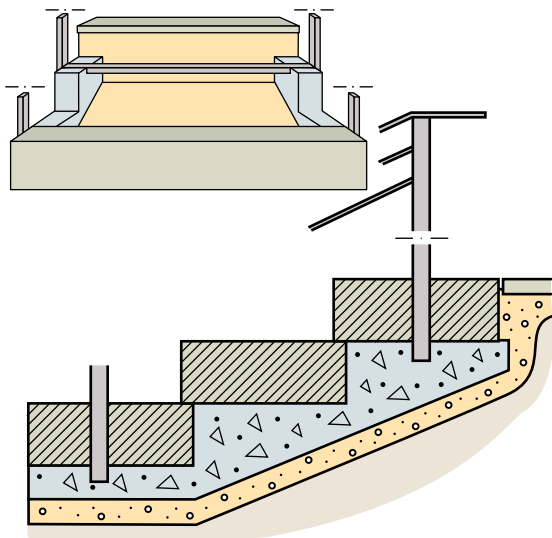


Fig 7.31 Räcke monterat i ett infästningsstål under blockstegen, som är monterade på längsgående balkar.

**VIKTIGT!**

Borra inte hål för nära stenkanten!  
Risk för spjälkning.

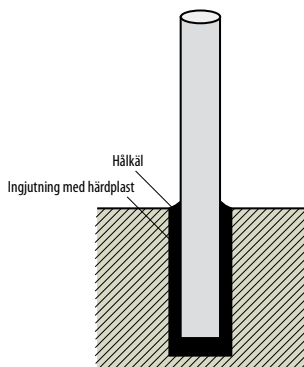


Fig 7.32 Infästning av räcke i sten. Ingjutningen med härdplast dras upp till ett hålkål.

**7.4.10 Avspärrning**

Trappa som monteras med cementbruk ska hållas avstängd från all trafik i minst 3-6 dygn. Detta gäller vid en temperatur på +20° C. Vid lägre temperatur förlängs avstängningstiden. Vid +14° C bör den fördubblas. Detta för att inte förskjutningar ska ske och stegen släppa från underlaget.

**7.4.10 Vädskydd**

Vid all montering med cementbaserade produkter är det viktigt att vädskydd alltid finns på plats minst 3 dygn innan arbetet påbörjas. Vädskyddets uppgift är att skydda mot solstrålning, nederbörd, temperaturvariationer och vind.

Beakta att vädskydd ska finnas kvar till dess att erforderlig härdning uppnåtts, minst 7 dygn efter färdigställande.

**7.5 ERFARENHETER**

Trappor i utemiljön är ofta utsatta för stora påkänningar. Slag kan knäcka steg, frost orsaka att vidhäftningen släpper och vattengenomträngning kan ge misspyrdande utfällningar.

Blocksteg klarar dessa påfrestningar bättre än de tunnare beklädnaderna. Använd därför blocksteg i första hand.

Se till att så lite vatten som möjligt kommer in i konstruktionen genom att göra fogarna så täta som möjligt. Tänk då även på att planer i anslutning till trappan ofta har en stor yta som kan leda in vatten, även i trappkonstruktionen. Ett beklädnadsskikt med sten och fogar kan aldrig bli helt tätt. Det är därför en fördel om konstruktionen kan utföras så att ev inträngande vatten kan dräneras bort.



Fig 7.33 Misspyrdande salt- och kalkutfällningar, som är svåra att avlägsna. Sådana bildas när stora mängder vatten transporteras genom cementbruk.



Fig 7.34 Frost- och saltsprängning av läggbruket i trappa med plan- och sättsteg.

Markvärme i blockstegstrappor bör undvikas. Värmen har vanligen inte tillräcklig kapacitet för att avisa stegen. Värme i beklädnadstrappor kräver hög kapacitet och rätt placering av slingor för att få tillräcklig effekt så att även stegens framkant avvisas. Om systemet är feldimensionerat finns vintertid risk för att en isvall bildas vid stegets framkant. Fig 7.34.

# 8 MURAR



## 8.0 INLEDNING

Att stapla stenar på varandra till murar är något som människan alltid gjort. Antingen det gällt att bli av med stenen från åkern eller att skapa ett skydd mot fiender eller vilda djur.

De murar vi bygger idag kan vara utförda på samma sätt med staplade stenar, s.k. kallmurar. De kan också vara murade med bruk, s.k. bruksmurar, eller vara en beklädnad på en bärande stomme, oftast av betong, s.k. beklädnadsmurar.

Till enklare murar används emellanåt fältstenar, dvs. stenar som hämtas direkt i naturen utan vidare bearbetning eller sprängsten från närliggande byggsplats. Sådana murar är bland annat vanliga runt våra kyrkogårdar. Beroende på berggrundens beskaffenhet m.m. kan stenarna vara rundade, kantiga eller bestå av plana skivor. De kan vara av olika stentyper, som granit, kalksten eller skiffer. Vanligare är dock murar av sten som på olika sätt bearbetats för sitt ändamål.

## 8.1 MATERIALVAL OCH YTBEARBETNINGAR

Valet av ytbearbetning hänger samman med valet av sten och är lika viktigt som detta. Stenens kulör och visuella intryck varierar mycket med olika ytbearbetningar, särskilt på mörka och kraftigt färgade stensorter. Detta kan man utnyttja för att skapa olika effekter. Förr utgick man alltid från

kilade stenblock, som med olika verktyg höggs allt finare. Grova konstruktioner med råkilad yta utförs ofta på detta sätt även i dag, men olika sågmetoder har blivit allt vanligare för att producera tunnare plattor och andra produkter med slätare ytor.

### 8.1.1 Granit

Råkilade block med den naturliga, råkilade ytan är ett sedan länge använt murmaterial av granit. Mestadels används grå eller rödgrå graniter med god klyvbarhet. Även röda och ibland svarta graniter kan användas. De har i allmänhet sämre klyvbarhet varför stenarna blir tjockare och med grövre yta. Blocken kan också erhållas med en eller flera sidor avjämnade, t.ex. krysshamrade, flammade eller sågade.

Vissa gnejser och kvartsit kan klyvas till relativt tunna plattor och användas med naturlig klovyta. Sågade plattor tillverkas vanligen med krysshamrad eller flammad yta. Bearbetningarna utförs maskinellt på de sågade ytorna för att åstadkomma en grövre yta som liknar de ytor som förr höggs för hand. På så vis får man produkter som passar in i vår traditionella utemiljö. Det finns exempel på importerad sten med ytbearbetning som åstadkommit på annat sätt och som ger ett helt främmande intryck hos oss.

Med dagens teknik kan man även få fram relativt tunna plattor med rå framsida och övriga sidor sågade s.k. tunnstensbeklädnad.

### 8.1.2 Skiffer

Plattor till skiffermurar används med sin naturliga kloyta. När skifferplattorna läggs horisontellt med plattornas kantsidor som synlig muryta utförs denna vanligen bräckt. Bräckt muryta går inte att utföra på alla skiffersorter. Den åstadkommes genom att plattan först ritsas varefter den knäcks (bräcks) i denna rits.

Murstenen med bräckt yta levereras i olika format för användning som beklädnad eller fristående mur. Beklädnadsstenen har ett mindre djup och är avsedd att hållas inne mot en bärande mur av betong eller annat material medan mursten för fristående murar har större djup för att ge god stabilitet.

### 8.1.3 Kalksten

Klippt yta är vanligast på mursten av kalksten. Den erhålls genom att skivor klipps av i en hydraulpres. Ytan blir delvis konkav och delvis konvex och ger ett mera oregelbundet intryck än den äldre, dubbelstuckna ytan. Dubbelstucken innebär att man "sticker" av skivan från två sidor, dvs. hugger med klubba/slägga och mejsel. Ytan blir då konvex med raka fogkanter. Båda dessa ytbearbetningar utförs på ytor som är vinkelräta mot stenens lagringsriktning.

Den naturliga kloytan på kalkstenen kan också användas som muryta, antingen som den är eller avjämnad med topphyvling.

Kloyta eller bearbetad yta används vanligen på sågade plattor till beklädnadsmurar.

Kallmur av kalksten levereras i osorterade format. Merparten av stenarna ska ha en någorlunda rak kant som kan användas som utsida. Stenarna bearbetas på plats med slägga/klubba och sättjärn för god passform.

## 8.2 MÖNSTER, DIMENSIONER OCH TOLERANSER

### 8.2.1 Mönster

Murar av natursten kan vara huggna som kryss-, kvader- eller rubbelmur, eller vara monterade som blockstensmurar med fristående block. De kan också vara murade eller staplade av tunna skivor av spaltbar sten. (En form av kvadermur).

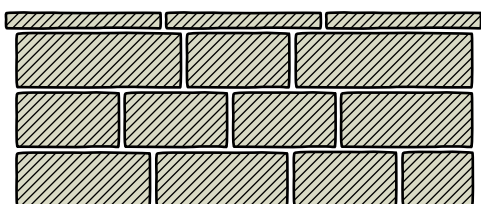


Fig 8.1 Kvadermur

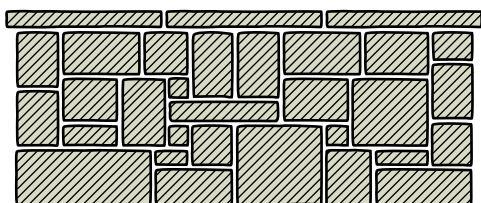


Fig 8.2 Rubbelmur

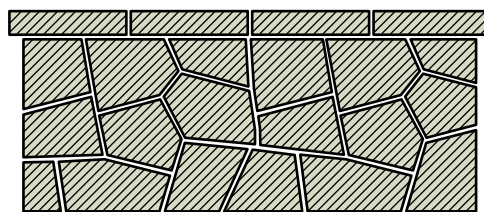


Fig 8.3 Kryssmur

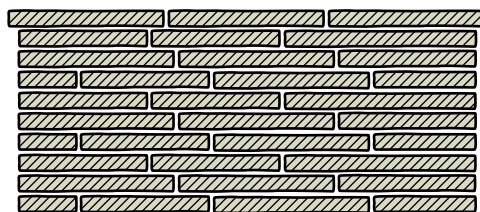


Fig 8.4 Mur av staplade skivor

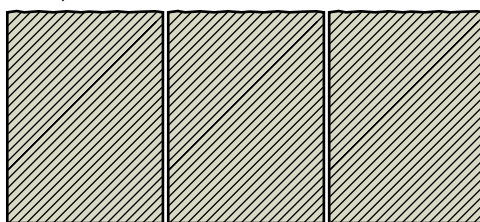


Fig 8.5 Blockstensmur

### 8.2.2 Dimensioner och toleranser

#### Granit

##### Rubbelmur, polygon-/kryssmur

Granit till rubbelmurar, polygon-/kryssmurar levereras i någorlunda rektangulära råblock, normalt i 2 olika dimensionssorteringar enligt tabell 8.6 och 8.8.

Andra dimensioner kan tillverkas efter beställning. Bredkilshål får förekomma, men märken efter rundkil endast på en sida.

#### Standardmått på granitblock för bruksmurning av rubbel- och polygon-/kryssmur

Någorlunda rektangulära block som tillhuggs till önskad form och storlek på plats.

| Höjd mm   | Längd mm | Tjocklek mm | Vikt, kg/m <sup>2</sup> |
|-----------|----------|-------------|-------------------------|
| 200 – 400 | 300-1800 | 100 – 170   | ca 450                  |
| 400 – 600 | 300-1800 | 170 – 230   | ca 550                  |

Bredkilsmärken får förekomma men märken efter rundhåll endast på en sida.

Tabell 8.6

#### Kvadermur

Kvadermur utförs med genomgående, horisontella skift. Den kan utföras antingen som kallmur eller bruksmur. Kvadermur av granit levereras som rektangulära block eller plattor med lika höjd i fallande längder. Den monteras med horisontella, genomgående fogar och utan vertikalt genomgående fogar. Skiften skall ha förband med minst 1/3 av stenens höjd.

Granit till normal kallmur, typ kyrkogårdsmur i kvaderform, tillverkas av råmaterial där endast enstaka stenar får vara under 0,2 m<sup>2</sup>. Tjockleken på stenarna är 200-400 mm. Råmaterial som används till detta kan dock vara större då i stort sett alla stenar tillpassas på plats av montören. Kilhål får förekomma. Sågade sidor får förekomma i fogytor. Blocken kan levereras råkilade eller som råkopp med tillsatta kanter.



Fig 8.7 Kallmur av granitblock i rubbelförband

#### Standardmått på granitblock för bruksmurning av kvadermur

##### Råkilade block med tillsatta fogsidor

Synliga ytor råkilade med raka kanter, max 50 mm knölar.

Märken efter kilhål får förekomma.

Bygg ligg- och fogytor med max 15 mm knölar

Övriga sidor råkilade

| Höjd mm | Längd mm | Tjocklek mm | Vikt kg/lm |
|---------|----------|-------------|------------|
| 200±10  | 600-1700 | 100 – 200   | ca 85      |
| 300±10  | 600-1700 | 100 – 200   | ca 130     |
| 400±10  | 600-1700 | 100 – 200   | ca 165     |

Slutstenar tillpassas vid montering. Passten får vara kvadratisk

##### Råkilade block med sågade fogsidor

Synliga ytor råkilade med raka kanter, max 50 mm knölar.

Baksida råkilad, alternativt sågad

Övriga sidor sågade

| Höjd mm                       | Längd mm | Tjocklek mm |
|-------------------------------|----------|-------------|
| 200±5, 300±5,<br>400±5, 500±5 | 600-1700 | 60-140      |

Slutstenar tillpassas vid montering. Passten får vara kvadratisk

Tabell 8.8

#### Blockstensmur

Blockstensmur av granit levereras som standard enligt tabell 8.9. Standardtolerans på djupet under mark för råkilad sten är 200±100 mm. Tolerans vid sågad undersida, för måttet under mark, är 200±20 mm. Om muren ska vara dubbelsidig, synlig på båda sidor, bör man utöka till 300 mm under mark.

Blockstensmur tillverkas av råkilade granitblock. Knölar på synliga ytor får då vara max 100 mm. Märken efter kilhål får förekomma.

Blocken kan också tillverkas sågade med synliga ytor flammade eller krysshamrade.

#### Standardmått på granitblock för blockstensmur

| Synlig Höjd mm   | Total höjd mm | Tjocklek översida mm | Tjocklek undersida mm | Vikt kg/lm ca |
|--|---------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| <b>Synliga ytor råkilade med tillsatta, raka kanter, max 100 mm knölar.<br/>Rak enkelsidig mur i fallande längder 500-2500 mm.</b> |               |                      |                       |               |
| 350  | 550±100       | 200±6                | min 180               | 370           |
| 500  | 700±100       | 200±6                | min 180               | 470           |
| 600  | 800±100       | 200±6                | min 180               | 600           |
| 700  | 900±100       | 200±6                | min 180               | 700           |
| 800  | 1000±100      | 200±6                | min 180               | 800           |
| 900  | 1100±100      | 200±6                | min 180               | 900           |
| <b>Synliga ytor flammade eller krysshamrade med sågade kanter.<br/>Rak enkelsidig mur i fallande längder 500-2500 mm.</b>          |               |                      |                       |               |
| 350  | 550±20        | 200±3                | 200±20                | 270           |
| 500  | 700±20        | 200±3                | 200±20                | 380           |
| 600  | 800±20        | 200±3                | 200±20                | 430           |
| 700  | 900±20        | 200±3                | 200±20                | 490           |
| 800  | 1000±20       | 200±3                | 200±20                | 540           |
| 900  | 1100±20       | 200±3                | 200±20                | 600           |

Tabell 8.9



Fig 8.10 Blockstensmur av råkilade diabasblock med polerat block inlagt



Fig 8.11 Blockstensmur av råkilade granitblock bildar pausmiljö i gatubilden.

#### Beklädnadssten

Av vissa granitsorter med god klyvbarhet tillverkas speciell, tunn mursten med råkopp på framsidan. Baksidan och kantsidor har sågad yta. Dimensioner enligt tabell 8.13. Beklädnadsstenen kan även få råkilad med ej tillsatta kanter. Stenens kanttjocklek på 35 mm gör att den enkelt kan monteras på mu-

rar, husgrunder eller bropelare utan anpassning av övrig konstruktion. Knölar på max 50 mm ger liv åt ytan.

Den låga vikten möjliggör montering för hand utan lyfthjälpmiddel.

Plattor med krysshamrad eller flammad framsida för beklädnad av murar levereras med dimensioner enl tabell 8.13. Lämplig höjd på skiften är mellan 200 och 500 mm och i fallande längder med längd på 600-1500 mm.



Fig 8.12 Svängd beklädnadsmur av grå granit med råkopp. Kvaderförband. Avtäckning av råkildad granit.

#### Standardmått på beklädnadsgranit

| Råkopp                    |             |                  |                           |
|---------------------------|-------------|------------------|---------------------------|
| Höjd mm                   | Längd mm    | Kant tjocklek mm | Vikt kg/m <sup>2</sup> ca |
| 200±3                     | 600-1500    | 35±5             | 125                       |
| 300±3                     | 600-1500    | 35±5             | 145                       |
| 400±3                     | 600-1500    | 35±5             | 175                       |
| 500±3                     | 600-1500    | 35±5             | 200                       |
| Hörnsten                  |             |                  |                           |
| Höjd mm                   | Tjocklek mm | Längd ca mm      |                           |
| 200±3 - 500±3             | 35±5        | 400 + 200        | Vinkel 90°                |
| Krysshamrad eller flammad |             |                  |                           |
| Höjd mm                   | Längd mm    | Kant tjocklek mm | Vikt kg/m <sup>2</sup> ca |
| 200±2 - 500±2             | 600-1500    | 30±5             | 85                        |
| 200±2 - 500±2             | 600-1500    | 40±5             | 110                       |
| Hörnsten                  |             |                  |                           |
| Höjd mm                   | Tjocklek mm | Längd ca mm      |                           |
| 200±2 - 500±2             | 30±5        | 400 + 200        | Vinkel 90°                |
| 200±2 - 500±2             | 40±5        | 400 + 200        | Vinkel 90°                |

Beklädnadsgranit tillverkas även med plattor i oregelbunden form och varierande tjocklek. Framsidan är råkildad, baksidan samt 0-2 sidor är sågade. Märken efter borr- och kilhål får förekomma.

Tabell 8.13

#### Avtäckning

Råkildad avtäckning av granit används främst på rubbel-, kryss- och kvadermur. Avtäckningen är ett bra alternativ som avslutning på muren då murstenen inte alltid är jämntjock på baksidan.

Den råkildade avtäckningen lämpar sig bäst i naturmiljöer, eller i en miljö där man vill framhäva en robust känsla. Det finns två alternativ på utförande där två respektive tre sidor är synliga.



Fig 8.14 Mur av råkildad beklädnadsgranit, avtäckning av råkildad granit.

Avtäckningar av granit med råkildad yta utförs med tillsatta raka kanter och max 50 mm knölar. Ej synlig baksida utförs råkildad alternativt sågad. Undersidan är råkildad med max 20 mm knölar eller sågad. Fogändarna får ha max 5 mm knölar eller kan vara sågade.

Granitavtäckningar finns även med krysshamrad, alternativt flammad översida där synliga kantsidor är råkildade med tillsatta, raka kanter, krysshamrade eller flammade. Ej synlig baksida kan vara råkildad, klippt eller sågad medan undersidan utförs sågad, med eller utan droppspår. Fogsidor är sågade.

#### Standardutföranden på avtäckningar av granit

| Råkildad                  |  |
|---------------------------|--|
| Översida:                 | Råkildad med max 50 mm knölar                                  |
| Synlig kantsida:          | Råkildade med tillsatta raka kanter                            |
| Ej synlig baksida:        | Råkildad alternativt sågad                                     |
| Undersida:                | Sågad, alternativt råkildad med max 20 mm knölar               |
| Fogsida:                  | Med max 5 mm knölar alt sågade                                 |
| Längd:                    | 500 – 2000   |
| Bredd:                    | Från 200 ± 6 till 400 ± 6                                      |
| Tjocklek:                 | 60, 80, 100, 120, 150, 200 ± 6                                 |
| Krysshamrad eller flammad |  |
| Översida:                 | Krysshamrad alternativt flammad                                |
| Synlig kantsida:          | Råkildad med tillsatta, raka kanter, krysshamrad eller flammad |
| Ej synlig baksida:        | Råkildad alternativt sågad                                     |
| Undersida:                | Sågad (med eller utan droppspår)                               |
| Fogsida:                  | Sågade (ej synlig kortsida)                                    |
| Längd:                    | 500 – 2500   |
| Bredd:                    | 200 ± 3 till 500 ± 3   |
| Tjocklek:                 | 40, 60, 80, 100, 120, 150 ± 3                                  |

Tabell 8.15



Krysshamrad eller flammad avtäckning lämpar sig bäst på platser där det ställs högre krav på bearbetning, med anledning av att muren skall vara sittvänlig eller av estetiska skäl.

Avtäckningen passar till murar vid offentliga platser, torg, entréer, parkanläggningar eller liknande.

### Skiffer

#### Beklädnadsten

Plattor för beklädnadsmurar och avtäckningar levereras vanligen med klovyta i tjocklekarna 20, 25 och 30 mm i format enligt beställning. Även oregelbundna hällar kan användas som beklädnad. De sammanfogas till mönster på byggnadsplatsen. För dimensioner se avsnitt 4.2.2.



Fig 8.16 Beklädnadsmur. Skiffer med olika ytbearbetningar, klovyta, slipad och polerad. Kvadratiska plattor i rutmönster.

#### Kallmur av staplade skivor och block



Fig 8.17 Kallmur av staplade skivor av skiffer

Skiffer med bräckt kant för kallmurar produceras direkt i vissa skifferbrott där lämpliga ämnen sorteras ut. Form och storlek varierar inom vida gränser. Vanliga storlekssorteringar, med avseende på murstensens djup, är:

50-150, 150-300 och 250-450 mm

Vissa skiffertyper kan också levereras som större block för stapling av kallmurar. Dessa levereras i "bulk" med varierande format för tillpassning på byggplatsen. Höjden på sådana block är vanligen 250-400 mm.



Fig 8.18 Kallmur av staplade skifferblock i kvaderförband.

#### Avtäckning

Avtäckningar av skiffer med klovyta tillverkas med huggen/bräckt eller sågad kant. Vanligen levereras de i fallande längder med bredder och tjocklekar enligt tabell 8.20. Undersidan fräses till jämn tjocklek antingen över hela ytan eller närmast den synliga kanten.

#### Kalksten

##### Bruksmur och kallmur av staplade skivor

Mursten till bruksmur och kallmur av kalksten levereras i höjdintervaller, vanligen 80-100, 100-120 eller 120-180 mm. Längderna är fallande, från en till fem gånger höjden. Stendjupet till bruksmur är upp till 250 mm. Vid utrymmesbrist kan sten med mindre djup beställas, vanligen med ett djup på max 150 mm. Sten till kallmur levereras med ett djup på 150-350 mm



Fig 8.19 Kallmur av kalkstensskivor med avtäckning lagd i bruk

#### Avtäckning

Avtäckning av kalksten utförs med samma bearbetningar som trappsteg. De vanligaste är klovyta eller topphyvlad yta med dubbelstuckna synliga kanter. Kan även beställas med hyvlad yta.

Fallande längder innebär att kortaste längd kan vara plattans bredd, och längsta längd kan vara upp till 1200 mm.

## Vanliga format på avtäckningar av skiffer och kalksten

| Längd, mm<br>Fallande längder  | Tjocklek         |          |
|--------------------------------|------------------|----------|
| Klovyta                        |                  |          |
|                                | Skiffer          | Kalksten |
| 300, 400, 500, 600             | 25±2, 30±2, 40±2 | 60 ±10   |
| Bearbetad yta (hyvlad, huggen) |                  |          |
| 300, 400, 500, 600             | -                | 60±2     |

Tabell 8.20

## 8.3 FOGAR

Oavsett murtyp är det viktigt att man aldrig monterar med mindre fogbredd än 4-5 mm. Stenarna kan annars ligga och "gnaga" på varandra och flisas sönder vid fogarna.

## Rekommenderade fogbredder

| Kallmur               |                      |         |                    |
|-----------------------|----------------------|---------|--------------------|
|                       |                      | fogsida | fogbredd           |
| Granit                | Stora block          | råkilad | 5-100 <sup>1</sup> |
|                       | Mindre block         | råkilad | 5-50 <sup>1</sup>  |
| Skiffer               | Stora block          | klovyta | 5-100 <sup>1</sup> |
|                       | Skivor               | klovyta | 5-20               |
| Kalksten              | Skivor               | klovyta | 5-30               |
| Bruksmur              |                      |         |                    |
| Granit                | Råkilad              | råkilad | 20±5               |
|                       | Råkilad              | sågad   | 10±3               |
| Skiffer               | Skivor               | klovyta | 20±5               |
| Kalksten              | Skivor               | klovyta | 20-40              |
|                       | Skivor               | sågad   | 10±3               |
| Blockstensmur         |                      |         |                    |
| Granit                | Råkilad              | sågad   | 10±3               |
|                       | Krysshamrad, flammad | sågad   | 10±3               |
| Beklädnadsmur         |                      |         |                    |
| Granit                |                      | huggen  | 20±5               |
|                       |                      | sågad   | 10±3               |
| Skiffer, oregelbunden |                      | huggen  | 10-40              |
|                       |                      | sågad   | 10±3               |

1) Skolsten kilas in i allt för breda fogar

Tabell 8.21

## Kallmur

Kallmurar av granitblock kan utföras med relativt stora fogar. I alltför stora fogar kan mindre stenar, "skolsten" eller "lus" kilas in för att ge stabilitet. Snävare fogar ger en merkostnad p.g.a. större spill och mer tillhuggning på plats. Kallmurar av staplad skiffermursten utförs så att stenarna staplas direkt på varandra varvid fogbredden avgörs av stenarnas ojämnheter. Kallmur av staplad mursten av kalksten utförs med fogbredd enligt tabell 8.21.



Fig 8.22 Mindre stenar, "skolsten" eller "lus" kilas in i stora fogar för att ge stabilitet.

## Bruksmur

Bruk för murning och fogning ska vara C 100/425 (V1:4). Fogar i mur ska fyllas med bruk. Fogar ska vara jämbreda och dras in 10 mm i de fall fogning utförs samtidigt med murläggning. Vid fogning efter murläggning ska fogdjup göras lika med fogbredd.

Det är viktigt att murytorna rengörs omgående från bruksspill innan det härdar. Efter härdningen är bruket mycket svårt att avlägsna.

Murar av granitblock där fogsidorna huggits till max 10 mm knölar, exempelvis som kryss-/polygonmur, rubbelmur eller kvadermur utförs med en fogbredd på 20±5 mm, vilket ger ett snyggt och rustikt intryck. Granitblock med sågade fogytor monteras med fogbredd 10±3 mm.

Rubbelmur monteras med genomgående fogar genom högst 3 vertikala respektive horisontella skift.

Bruksmurar med skiffer eller kalksten i skivor monteras med fogbredd enligt tabell 8.21. Vid tunna skift något smalare och vid högre skift något större. Fogen trycks 15-20 mm innanför murlivet.

## Blockstensmur

Blockstensmur av granit tillverkas normalt med sågade fogsidor. Murarna monteras med 10±3 mm fog. Detta är inräknat i specifikationerna för stenblocken vid bestämda längdmått. Alternativt kan kanterna vid den sågade ytan tillsättas för att ge intryck av kilad fogyta.

Vanligen lämnas fogarna öppna, men de kan även fyllas med cementbruk C 100/425 (V1:4).

## Beklädnadsmur

Beklädnadssten med sågade fogytor bör monteras med en fogbredd på 10±3 mm.

## Släntbeklädnad

Beroende på utseendekrav får upp till 50 mm stora fogar tillåtas på släntbeklädnad/glacis.

Där två olika fogar möts får dock max fogbredd vara upp till 120 mm. Dessa fogar skall då täckas med skolsten så att högst 50 mm vida fogar uppstår.

## 8.4 PROJEKTERING OCH MONTERING

Murens överkant ska normalt vara horisontell. Om terrängen lutar så att muren måste bli högre i den

ena änden än i den andra regleras höjdskillnaden genom avtrappning, om inte annat anges på arbetsritning, fig 8.23. Om muren utförs med lutning som följer terrängen bör de ”vertikala” fogarna utföras vertikalt och ej vinkelrätt mot överliggaren fig 8.24.

Utförs muren utan avtäckning (krönsten), bör överytans fogar utföras med vattentätt cementbruk.

Grundläggning sker i minst 150 mm grus på icke tjälskjutande material, alternativt på betongsula.

Dilatationsfogar utförs vid övergång mellan olika grundläggningstyper.

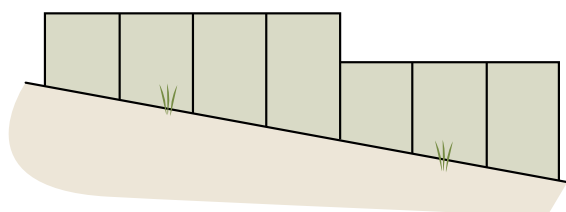


Fig 8.23

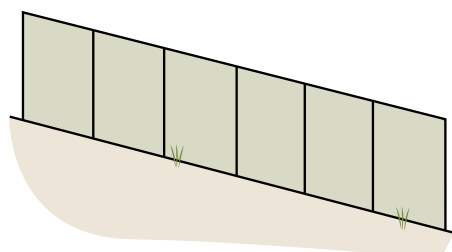


Fig 8.24

### 8.4.1 Val av konstruktion

Stenmurar utförs antingen som stödmurar för att ta upp nivåskillnader i terrängen eller dubbelsidiga för att avgränsa olika ytor. Båda typerna kan konstrueras på olika sätt.

#### Vanliga murkonstruktioner

Kallmur  
Bruksmur  
Blockstensmur  
Beklädnadsmur

Faktaruta 8.25

#### Kallmur

En kallmur staplas av block eller skivor av natursten utan bruk. Kallmuren har en gynnsam konstruktiv funktion, som i viss mån kan anpassa sig efter rörelser i underlaget.

Kallmurar ger ett rustikt och naturnära intryck, ofta med grova ytor och stor variation i fogbredder.

#### Bruksmur

Bruksmurar muras upp med stenar och cementbruk. Vanligen tuktas stenarna till en mer regelbunden form än vid kallmurar. I och med att fogarna fylls med bruk så får muren en mer strikt karaktär med jämnare fogbredder.

#### Blockstensmur

Blockstensmurar formas av rektangulära stenblock som står bredvid varandra i rad. De ger vanligen ett stramt intryck som passar väl in i stadsmiljön.



Fig 8.26 Blockstensmurar av flammad granit.

#### Beklädnadsmur

Beklädnadsmur byggs av tunnare eller tjockare plattor av natursten som fästs mot en stomme, som vanligen är av betong. Dessa murar kan ha de mest skiftande utseende beroende på materialval och stenformat.

#### Släntbeklädnad

Släntbeklädnad/glacis utförs ofta med ett oregelbundet mönster, som anpassas efter tillgängligt material, men kan också ha formen av kvader- eller rubbelmur.

Släntbeklädnaden kan utföras som strandskoning vid kust eller i hamnmiljö och har då en konstruktiv roll som erosionsskydd. Den byggs då vanligen av större stenblock. Släntbeklädnader kan också utföras vid vägsränningar och i parker. Den har då till uppgift att hålla emot jordmassor och tillföra estetiska värden.

### 8.4.2 Kallmur

En kallmur staplas av block eller skivor av natursten utan bruk. Kallmurar kan utföras som enkelsidiga stödmurar eller dubbelsidiga, med båda sidor synliga.

Underbyggnad, stenstorlek och murens lutning är avgörande för hur hög muren kan utföras. Tunna skivor av spaltbara material, som skiffer och kalksten kan staplas liggande med synlig kantsida till trädgårdsmurar. Stora granitblock kan också forma stödmurar i t ex vägsränningar.

#### Kallmur av block

Kallmurar kan byggas i olika murverksformer med olika stora block. Större block monteras vanligen med breda fogar där skolstenar kilas in i de största springorna. Detta ger ett snyggt och rustikt helhetsintryck. Kostnaden för montering blir mindre med stora

fogar än om stenarna ska sammanhuggas mer exakt.

Stenarna läggs i förband med ligg- och bärytor horisontella eller med lutning inåt. Stenarna bearbetas i ligg- och byggytor så att de ligger stadigt mot varandra. Murens stabilitet blir bättre om man använder stora block och de största placeras i botten.



Fig 8.27 Kallmur av lokal sten, s k kyrkogårdsmur.

I dubbelsidiga kallmurar utförs ca 20% av stenarna i synliga murytor som bindare med jämn fördelning i muren.

Murar högre än 600 mm behöver särskild grundläggning i form av betongplatta eller på utbottning av icke tjälskjutande material till frostfritt djup.

Stödmurar motfylls med dränerande grus som avskiljs från jordmassorna med geotextil för att undvika infiltration av finpartiklar. I botten av den dränerande fyllningen inläggs dräneringsrör som leder bort inträngande vatten. Högre stödmurar, som ska ta upp jordtryck, ges en lutning bakåt på ca 1:5-1:10.

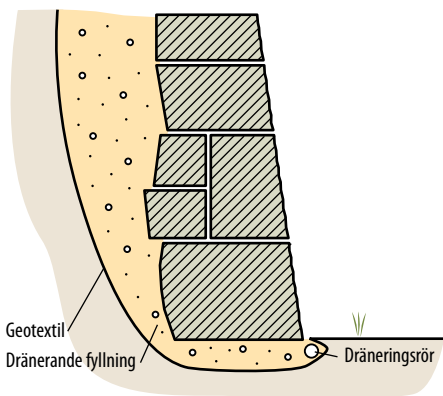


Fig 8.28 Kallmur av råblock som monterats som stödmur.

Kallmurar av stora block används som stödmurar i vägskäringar och liknande. Detta har visat sig vara ett estetiskt och ekonomiskt alternativ till betongmurar. Blocken är tunga och monteras med grävmaskin eller liknande. Grundläggningen och murens lutning dimensioneras efter murens tyngd och aktuellt jordtryck.



Fig 8.29 Kallmur av granitblock i vägskäring.

Dubbelmur som kallmur byggs upp med dränerande fyllning av stenflis och liknande mellan de båda murarna. Denna fyllning kan "toppas" med torrt cementbruk som underlag för planteringsjord.

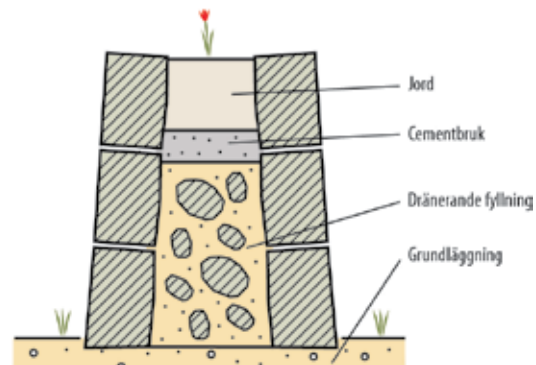


Fig 8.30 Dubbelsidig kallmur av block med plantering i ovasidan.

### Kallmur av skivor

Grundläggningen för kallmur av skiffer eller kalksten dimensioneras enligt AMA Anläggning, kap CEB.42. Vanligen grundläggs på ett packat bärlager ca 100 mm tjockt med överyta ca 50-100 mm under marknivå. Vid murhöjder över 1200 mm bör man gjuta ett betongfundament som underlag.

Bredden på en dubbelmur bör vara ca 500 mm vid höjder upp till 1200 mm och ca 600 mm vid höjder över 1200 mm. Inuti muren skall fyllning göras med spillsten eller/och makadam. Bindare som håller ihop sidorna ska finnas ca tre per m<sup>2</sup>. Bindarna kan bestå av genomgående stenar eller av rostfria stänger, Ø ca 6 mm, som bockas 90° i varje ände och sätts fast i borrarade hål i murstenen.

Ibland kan det vara en fördel att stabilisera muren med cementbruk som läggs sparsamt i bakkanten. Detta gäller särskilt om sten med något skeva ytor används.



Fig 8.30 Montering av kalkstensskivor "flis" som kallmur.

Vanligen gjuter man fast det översta skiftet med cementbruk så att det bildas en balja överst, där man kan lägga i ett tunt lager jord och plantera växtlighet, t.ex. taklök och liknade som inte kräver så mycket jordmån. Bruket ska vara ganska blött så att det fäster bra i stenarna. Det är viktigt att det ordentligt utfyllt med makadam och spillsten i det näst översta skiftet så att bruket inte kan rinna ner igenom och ut i fogarna under. För att få bruket mer trögflytande men ändå blött kan man använda sand med kornstorlek 0-18 vid tillredningen. Det är viktigt att kärnan är ordentligt dränerad så att ev inträngande vatten kan dräneras ut. Risk finns annars för missprydande saltutfällningar.

Avtäckning görs med en droppkant på 30-40 mm.

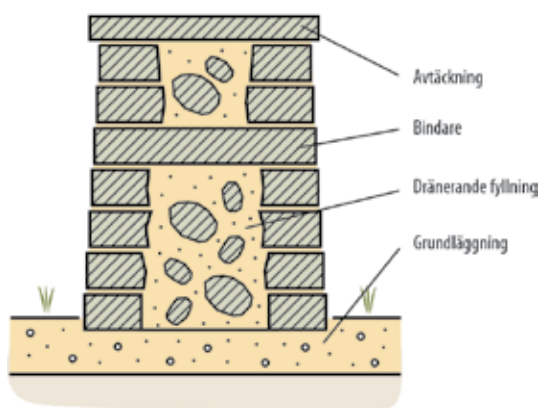


Fig 8.32 Dubbelsidig kallmur av skivor med avtäckning. Typkonstruktion M2

### 8.4.3 Bruksmur

Bruksmur kan utföras som enkelsidig stödmur eller dubbelsidig mur. Stenen muras upp med stöd av bakmurning med sparstenar bakom eller, vid dubbelmur, mellan mursidorna. Bruk för montering och fogning skall vara CEM I (LA) (SR) med blandning C 100/300 (C1:3).

Murarna anläggs på betongplatta som är frostsäker utbottnad. Bakmurning vid stödmurar förses med grundmursplatta eller liknande fuktisolering som förhindrar vattengenomträngning. Bakom denna fylls med min 200 tjockt lager av dränerande grus, med inlagda dräneringsrör som leder bort vattnet.

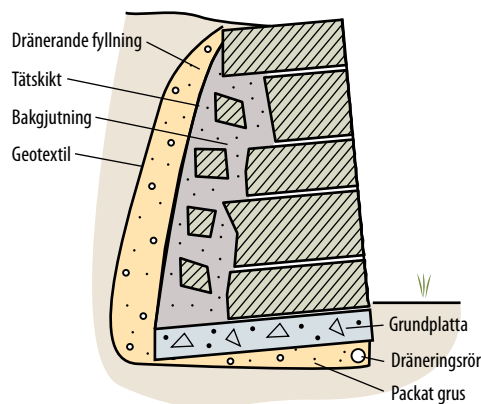


Fig 8.33 Bruksmur av block med bakgjutning. Typkonstruktion M4

Bruksmurar bör ha avtäckning för att minimera vatteninträngning i kärnan/bakmurningen. Fogarna i avtäckningen fogas med cementbruk med tillsats som förbättrar vidhäftning, täthet och elasticitet.

För att minimera risken för fula saltutslag på murens utsida skall man förhindra fuktvandring genom konstruktionen. Bruksmurar utan avtäckning måste utföras med fogar och bakmurning så täta som möjligt.

Stödmurar bör monteras med en lutning bakåt på minst 1:100. Återfyllning bakom stödmur utförs enligt AMA Anläggning.

I samband med montering bearbetas råblocken eller skivorna till lämpliga storlekar, enligt beställarens krav på fogtolerans, kantraket m.m.

Bottenskiftet ska ha störst stenar och sedan minskar storleken uppåt i muren.

För granitmur lägre än 1,5 m bör stenarna vara 0,1-0,2m<sup>2</sup>. För granitmur högre än 1,5 m bör stenarna vara 0,2-0,3m<sup>2</sup>. Enstaka mindre stenar för skolning (passning) får förekomma

På översidan monteras en avtäckning "krönsten". Se avsnitt 8.4.7 Avtäckning.

Kalkstensmurar monteras i horisontella skift på ett packat bärlager, ca 100 mm tjockt, alternativt en gjuten sockel om muren är högre än 1200 mm. Fundamentet ska ligga ca 50-100 mm under marknivå. Första skiftet läggs i en ca 50 mm tjock bädd av jordfuktat bruk. Muren muras sedan skiftvis och fogas efter varje skift. Fogen trycks så att den ligger 10-20 mm innanför murlivet.

Genomgående vertikala fogar får inte förekomma. I bottenskiftet lämnas en vertikal fog per meter öppen för dränering.

En stödmur ska motfyllas med makadam och en fristående dubbelmur fylls invändigt med makadam. Ca 3 bindare/m<sup>2</sup> av rostfria stänger, Ø ca 6 mm, som bockas 90° i varje ände och fästs i borrade

hål i murstenar på ömse sidor om kärnan.

Lägg alltid muren i våg. Finns det höjdskillnader längs med muren trappas muren av med avsätser istället för att luta muren.

#### 8.4.4 Blockstensmur

Blockstensmur består av rektangulärt formade stenar i murens fulla höjd, ibland med lutande översida. Blockstensmur används för att ta upp höjdskillnader eller som barriärmur för att markera gräns mellan olika terrängavschnitt eller ytor. Den utförs normalt med råkilad yta med tillsatta kanter, men kan även tillverkas med krysshämrad eller flammad ytbearbetning.

Blockstensmur tillverkas normalt med sågade fog-sidor. Dessa sidor kan även tillsättas för att få ett råkare utseende och efterlikna råkilade ytor.

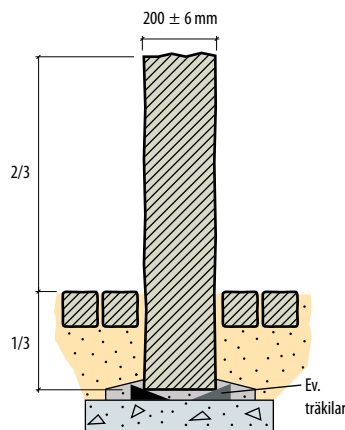


Fig 8.34 Montering av blockstensmur på betongplatta.

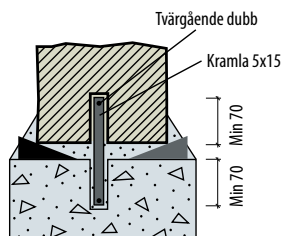


Fig 8.35 Detalj, förankring av blocksten med kramla i betongplatta



Fig 8.36 Två varianter av blockstensmur.

Murar med sågade fogsidor monteras med  $10 \pm 3$  mm fog, vilket är inräknat i specifikationerna för

stenblocken vid bestämda längdmått. Alternativt kan blockstensmuren tillverkas med huggna fogar för montering med 20-50 mm fog.

Som underlag vid montering av blockstensmur ska uppgifter om befintliga och projekterade markförhållanden finnas med på höjd- och ytskiktplaneringar samt ritningar. Höjder ska anges på murkrön, framsida och baksida mur. Det är av stor vikt att höjder anges vid hörn och nivåskillnader. Leverantören kan då på ett enkelt sätt få fram hur höga blocken ska vara på en viss sträcka av muren. Detta medför att kostnaden för muren kan hållas nere. Man varierar då höjderna på blocken efter marknivån istället för att använda en och samma höjd, den högsta, på hela sträckan.

Blockstensmur förekommer dels som enkelsidig, med delvis eller helt synlig baksida, dels som dubbelsidig med två sidor synliga.

Genom en väl utförd grundläggning kan man undvika framtida sättningar orsakade av tjälskjutning. Grundläggning utförs enligt AMA Anläggning kap CEB.42.

Blockstensmur och dess grundläggning dimensioneras med utgångspunkt från markens beskaffenhet, murens höjd, stenens tjocklek, ev marktryck, ev belastning från trafik, etc.

Vanligen grundläggs muren på ett djup så att ca 1/3 av stenens totala höjd monteras under mark.

Murar med höjd över mark mer än ca 500-600 mm, beroende på stenens tjocklek, bör monteras på betongplatta/-sula. Stenarna justeras i läge med hjälp av kilar mot betongen och betong packas in under och mot stenens sidor. Se fig 8.34.

Murar med höjd över mark mer än ca 1 m, beroende på stenens tjocklek och förväntade belastningar, förankras i underliggande betongplatta med rostfria, syrafasta plattstångskramlor 5x15 mm med tvärgående dubb i varje ände, 2 st per sten. Kramlorna gjuts in till ett djup av minst 70 mm i sten och betong. Se fig 8.35

#### VIKTIGT!

Vid dimensionering av blockstensmur beaktas:

- Markens/terrassens beskaffenhet
- Murens höjd över mark samt stenens tjocklek
- Eventuellt marktryck
- Eventuell risk för belastning från trafik, etc

Vid monteringen av blockstensmur är det av största vikt att följa konstruktörens anvisningar för grundläggningen då murstens vikt i förhållande till anläggningsytan är stor. Detta gäller schaktdjup, materialval i underbyggnad samt ev. dränering.

Vid utplacering av blocken ska man noggrant följa leverantörens upprättade murspecifikationer samt märkritningar.

I stenleverantörens murspecifikation kan man utläsa sträckans längd, tillverkad höjd samt om den ev. ska monteras i radie eller med en lutande översida. Alla hörn uppritas på en hörnritning.

### 8.4.5 Beklädnadsmur

Beklädnadsmurar monteras mot en bärande stomme, vanligen av betong. Stenarna kan vara av varierande tjocklek från 20 mm upp till 200 mm. Plattor av de flesta stentyper och med olika ytbearbetning kan användas. Se avsnitt 4, Markbeläggning med plattor och hållar. Mursten av skiffer och kalksten kan även monteras som beklädnadsmur.

Stenarna monteras på upplag och vilar på varandra. Lasten överförs antingen genom bruk eller annat mellanlägg och stenarna hålls inne mot den bärande stommen med hållarkramlor av rostfritt, syrafast stål. Antalet kramlor anpassas efter stenstorleken och murens höjd. Vid små stenformat används 5-8 kramlor per m<sup>2</sup> muryta. Stora stenar kramlas var för sig i 4 fästpunkter per sten.

Mellan sten och bakmuren gjuts cementbunden lättklinker som bakstöd upp till ca 0,8 m över färdig mark. Som extra stöd kan även bindare av sten monteras ända in mot betongen.

Det är viktigt att fuktvandring genom konstruktionen förhindras. Stommen och avtäckningen bör därför utföras så täta som möjligt. Bakgjutningen utförs så att ev inträngande vatten dräneras ut. Öppningar för detta ordnas i bruksbädden i murens botten. Dränerande material fylls bakom och framför muren.

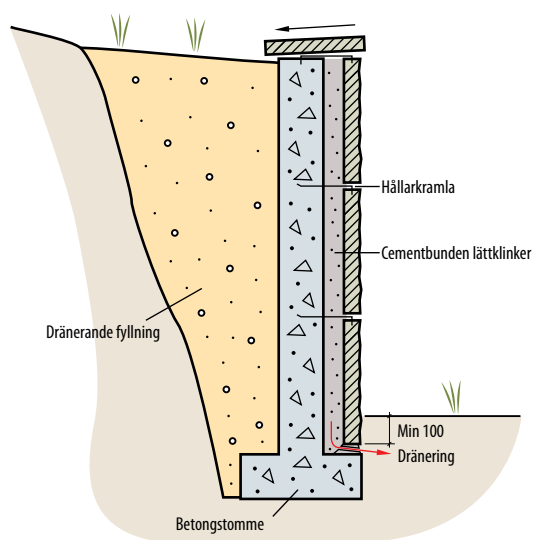


Fig 8.37 Stödmur monterad som beklädnadsmur mot betongstomme.

Beklädnadsmur avslutas lämpligen med en avtäckning för att dölja murkonstruktionen och skydda mot inträngande vatten.

Murar som är högre än ca 4 m monteras med ventilerad luftspalt samt bär- och hållarkramlor där varje platta är fribärande och rörelserna tas upp i varje fog. För montering av sådan mur se Natursten, delen Fasader.

Beklädnadsmurar av granit med råkoppsyta ger ett rustikt intryck samtidigt som man kan utföra en

ganska lätt konstruktion. Beklädnadsmurar monteras vanligen med kvadermönster men kan också tillpassas för att få ett rubbelmönster eller polygon-/kryssmönster. För att få ett genuint intryck av muren använder man sig av specialtillverkade L-formade hörnstenar. Hörnstenarna tillverkas med ena sidan ca 200 mm och andra sidan ca 400 mm i ett stycke med samma tjocklek som övrig beklädnad. Stenar med synliga ändrar samt sten för omfattningar runt fönster och dörrar kan specialtillverkas av stenleverantören.

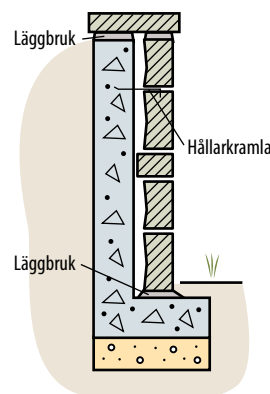


Fig 8.38 Stenblock monterade som ventilerad beklädnad mot betongstomme.

Beklädnadsmurar av skiffer och kalksten kan göras med samma utseende som en bruksmur eller kallmur.

Särskild beklädnadsmursten av kalksten tillverkas med dubbelstucken yta eller med kloyyta. Formatet är 100 x fallande x 70-100 mm. Baksidan kan vara hyvlad, sågad eller kloyyta. Muren monteras med ca 20 mm bred bruksfog som är intryckt ca 10 mm.

Beklädnadsmurar kan också utföras som betongelement där stenplattor gjuts in i betongen. Elementen utförs då vanligen med L-form som stödmurar. Plattorna förankras mekaniskt på samma vis som vid fasadelement. Se Natursten Fasader.

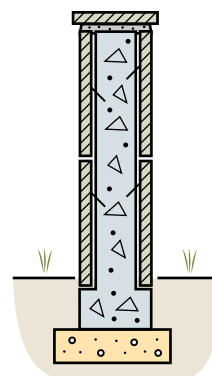


Fig 8.39 Tunn stenbeklädnad som gjutits fast i betongen med rostfria dubbar som inhållning.

### 8.4.6 Släntbeklädnad/glacis

Släntbeklädnad/glacis utförs vanligen med ett ore-gelbundet mönster, som ofta anpassas efter befintligt material, men kan också ha formen av kvader-

eller rubbelsmur eller byggas med gatsten.

Släntbeklädningen kan utföras som strandskoning vid kust eller i hamnmiljö och har då en konstruktiv roll som erosionskydd. Den byggs då vanligen av större stenblock. Släntbeklädningar kan också utföras vid vägskäringar och i parker. Den har då till uppgift att hålla emot jordmassor och tillföra estetiska värden.

### Släntbeklädning av stenblock som erosionskydd

Släntbeklädningen ska bestå av utåt flata stenar. Stenarna passas samman mot varandra med väl av-satta liggytor så att goda förband erhålls.

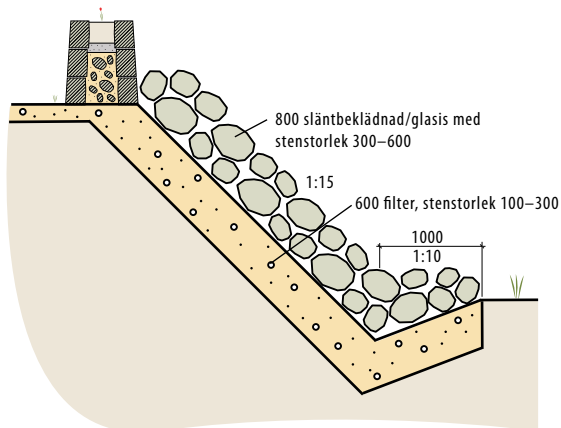


Fig 8.40 Släntbeklädning med av fältstenar.



Fig 8.41 Släntbeklädning uppbyggd av runda fältstenar, som erosionskydd mot havet.

Beklädningen monteras som kallmur i ett filter med en vågrät fot som avslut mot angränsande yta.

Avslutande fot skall ha en bredd på min 1 m med lutning 1:10. Avslutning nedåt i glacisens riktning bör ha en lutning på 1:15 och bestå av packat, icke tjälskjutande material.

Vid anslutning mot berg i dagen väljs stora flata stenar som dubbas fast i berget med 2 st dubbar Ø16 av rostfritt, syrafast stål per sten.

En släntbeklädning av natursten av oregelbundet material bör ha en tjocklek på 200-800 mm, beroende på användningsområde, med två lager sten som monterats med goda förband i lutningen 1:15.

Stenstorlek 300-600 mm är att föredra vid monteringen. Det underliggande filtret bör vara min 600 mm tjockt och utfört av krossmaterial 80-300.

Den färdiga beklädningens ytojämnhet ska ligga inom ±50mm på 10 m mätsträcka.

Högst 50 mm vida, utåt synliga fogar tillåts på enstaka ställen och i fogarna får ej synliga skolstenar förekomma. Vid spetsen mellan olika fogar får dock intill 120 mm vida fogar finnas, men dessa ska då tätas med skolsten så att högst 50 mm vida fogar återstår. Vid större projekt bör provyta på ca 10-20 m<sup>2</sup> bör utföras för beställarens godkännande. Annars kan tidigare utfört projekt användas som referens för utförandet.

### Släntbeklädning av gatsten eller plattor

För ytor där forsande vatten inte förekommer kan släntbeklädningen byggas upp med gatsten eller stenplattor.

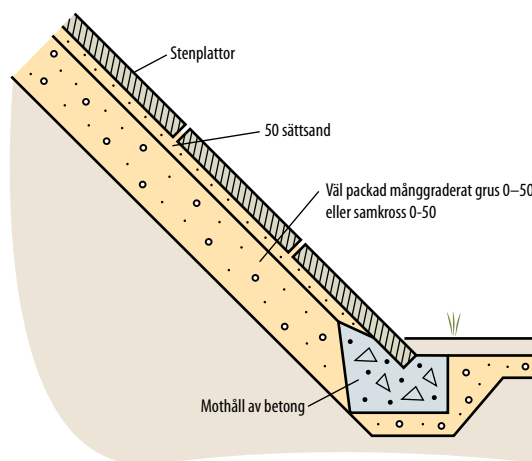


Fig 8.42 Släntbeklädning vid väg, viadukt eller liknande. Plattor monterade i grus.

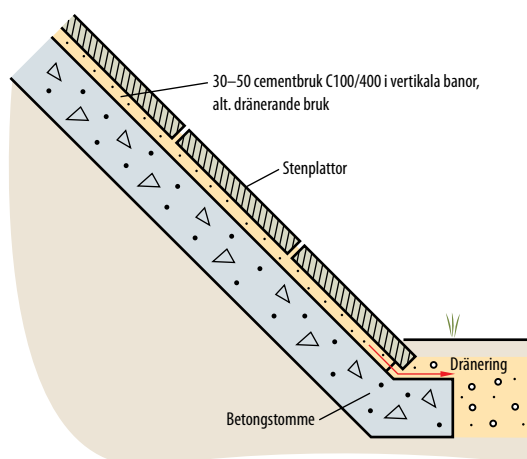


Fig 8.43 Släntbeklädning vid väg, viadukt eller liknande. Plattor monterade i bruk.

Material till sättsand och fogsand skall uppfylla kraven enligt Anläggnings AMA 07 kap DCG.1.

Sten skall sättas i 50 mm sättsand. Vid släntlutning brantare än 1:2 ska, vid anslutning mot vegeta-



tionsyta, de tre nedersta stenskiften sätts i jordfuktigt cementbruk. Fogarna fylls med fogsand.

Släntbeklädnad passas mot socklar, brunnar, utrustning o dyl genom huggning av sten. Stenar ska ligga i nivå med varandra.



Fig 8.44 Släntbeklädnad av granitplattor i parkmiljö.

### 8.4.7 Avtäckning



Fig 8.45 Granitavtäckning monteras

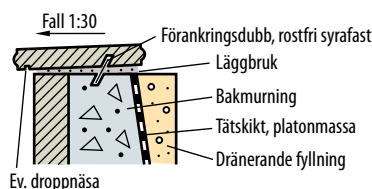


Fig 8.46 Avtäckning på beklädnadsmur som stödmur.

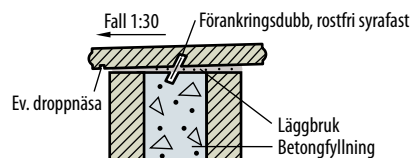


Fig 8.47 Avtäckning på dubbelsidig beklädnadsmur.

Avtäckning "krönsten" används som avslut på murar som ett skydd för vatteninträngning i muren. Den bidrar till att förhindra frostsprängning och salt-/ kalkutfällningar. Val av avtäckning beror på typ av mur, användningsområde för mur etc.

Avtäckningen bör springa utanför murlivet med ca 30-40 mm och monteras med jordfuktigt cementbruk och rostfria dubbar i undersidan för att undvika förskjutning. Eventuellt kan avtäckningen förses med droppnäsa i form av ett sågat spår i underkanten, ca 10-15 mm in från plattkanten.

Avtäckningsplattorna läggs med fall som anpassas till stenens ytbearbetning, dock minst 1:30. Fogarna utförs 10-20 mm breda och tätas antingen med cementbruk med tillsats som förbättrar vidhäftning, täthet och elasticitet eller med elastisk fogmassa. För att ta bort fogmassans "plastiga" utseende kan den beströs med sand i lämplig kulör innan den härdar.

Stenplattor som varierar mycket i tjocklek, t ex kalksten med klovyta, sorteras så att de tunnaste monteras i ena änden och de tjockaste i den andra. Om flera olika sträckor ska monteras så sorterar man plattor med ungefär samma tjocklek till de olika sträckorna.

Synliga ändar ska ha samma bearbetning som långkanterna på avtäckningen. Sågade ytor får ej monteras synligt.

### 8.4.8 Broar



Fig 8.48 Brofundament klätt med beklädnadsganit med bakstöd av betong.

Inklädnad av brofundament av betong utförs på samma sätt som beklädnadsmurar, se avsnitt 8.4.5, Beklädnadsmurar.

Valvböroar av stenblock kan byggas på klassiskt vis över vattendrag och liknande. Sådana utförs vanligen som bruksmurar av sten med hög tryckhållfasthet. Valvbågen utformas så att stenvalvet ligger i trycklinjen. Stenblocken monteras mot en provisorisk ställning, som rivs sedan bruket har härdat.

Konstruktionen utnyttjar stenens höga tryckhållfasthet. I bågens centrum, höjdpunkt, monteras en kilformad hjärtsten. Bågens anfang, upplag, dimensioneras för att ta upp de stora laster som kommer att nedföras här. Det är viktigt att fogarna fylls väl med cementbruk så att de kan överföra lasterna mellan stenarna.

Brofundament i strömmande vatten kan försees med skoning av natursten för att öka hållfastheten mot nötning och slag. För detta ändamål används vanligen relativt tjocka block av granit eller kvartsit-skiffer som monteras med bakgjutning av betong.

Om inte påkänningarna är alltför stora kan även tunnare stenbeklädnad monteras mot betongstommen.

#### 8.4.9 Trafikbarriär, trafikdelare

I trafikmiljön vill man avdela körfälten så att det inte finns risk för fordon att komma över i mötande trafik vid en olycka. Barriärer för detta ändamål monteras utmed vägarna. Deras uppgift är att stå emot kolliderande bilar och leda dem vidare i körriktningen utan att de voltar eller snurrar på ett okontrollerat sätt.

Barriärerna ska ha tillräcklig hållfasthet för att stå emot kraften från kolliderande bilar. Samtidigt måste ytan vara tillräckligt plan så att fordonen inte hakar fast och börjar rotera.

Krocktester har visat att barriärer av ca 150 mm tjock granit av god kvalitet med råkilad yta, monterad i betongelement och med max 50 mm knölar klarar dessa krav. Barriärerna bör från trafiksäkerhetssynpunkt vara minst ca 700 mm höga och får inte luta för mycket bort från körbanan.



Fig 8.49 Blockstensmur av granit som stödmur och trafikbarriär

#### 8.4.10 Krav på underlag

Grundläggning för murar utförs enligt anläggnings AMA 07 kap CEB.4 och tabell CE/4. Maximalt tillåten avvikelser hos ytans planhet är  $\pm 30$  mm mätt

på 3 m längd.

Kallmurar monteras direkt på detta underlag.

Bruksmurar monteras på betongsula som dimensioneras för den aktuella belastningen. Maximalt tillåten avvikelser från planhet på betongytans horisontella och vertikala sidor är  $\pm 15$  mm, mätt på 3 m längd.

#### 8.4.11 Krav på färdig mur

Murar utförs med stor variation vad gäller material och krav på planhet. Beklädnader med plana skivor kräver helt andra toleranser än murar som staplas med grova block. I tabell 8.48 har sammanställts rekommenderade toleranser på färdig mur.

| Rekommenderade, tillåtna avvikelser på färdig mur |                |                        |                        |
|---|----------------|------------------------|------------------------|
| Typ av mur  | Språng vid fog | Buktighet på 2 m längd | Buktighet på 3 m längd |
| Kallmur   |                |                        |                        |
| Råblock av granit                                 | 30 mm          | $\pm 60$ mm            | $\pm 80$ mm            |
| Mindre granitblock                                | 20 mm          | $\pm 30$ mm            | $\pm 40$ mm            |
| Skivor av skiffer eller kalksten                  | 20 mm          | $\pm 30$ mm            | $\pm 40$ mm            |
| Bruksmur  |                |                        |                        |
| Mindre block                                      | 20 mm          | $\pm 30$ mm            | $\pm 40$ mm            |
| Skivor av skiffer eller kalksten                  | 20 mm          | $\pm 30$ mm            | $\pm 40$ mm            |
| Blockstensmur                                     |                |                        |                        |
| Råkilade granitblock                              | 10 mm          | + 60, - 0 mm           | + 100, - 0 mm          |
| Beklädnadsmur                                     |                |                        |                        |
| Råkilad yta                                       | 30 mm          | $\pm 30$ mm            | $\pm 40$ mm            |
| Råköpp  | 10 mm          | + 50, - 0 mm           | + 60, - 0 mm           |
| Flammad, kryssharnad granit                       | 2 mm           | $\pm 3$ mm             | $\pm 5$ mm             |
| Klovyta, hyvlad, etc (kalksten)                   | 5 mm           | $\pm 8$ mm             | $\pm 10$ mm            |
| Slipad  | 2 mm           | $\pm 5$ mm             | $\pm 6$ mm             |
| Släntbeklädnad, glaci                             |                |                        |                        |
| Klovyta (skiffer, kalksten)                       | 6 mm           | $\pm 12$ mm            | $\pm 15$ mm            |
| Tophyvlad kalksten                                | 4 mm           | $\pm 8$ mm             | $\pm 10$ mm            |
| Flammad, kryssharnad granit                       | 3 mm           | $\pm 5$ mm             | $\pm 6$ mm             |
| Hyvlad kalksten                                   |                |                        |                        |

Tabell 8.50

#### 8.4.12 Anslutning mot andra material Infästningar

I vissa fall ordnar man infästningar i stenen, t ex gångjärn för grindar. Alla sådana fästen som monteras i stenen ska vara av rostfritt, syrafast stål. Vanligt järn rostar och ger misspyrdande rostutfällningar.

Under rostningen ökar järnets volym och ger upphov till stora sprängkrafter. I värsta fall kan stenen spricka, även om det är en sten av hög kvalitet.

## 8.5 ERFARENHETER



Fig 8.51 Missförstånd vid beställning från främmande land kan leda till leveranser som man inte har förväntat sig, i detta fall med mycket varierande ytbearbetning.

### Referenser

Murar kan utföras på många olika sätt.

Traditionerna är också olika på i olika kulturer och på olika orter. För att missförstånd om utförande och utseende inte ska uppstå är det bra med referensobjekt, antingen i form av en tidigare uppförd mur eller en referensyta som monteras upp för det aktuella projektet. Detta är särskilt viktigt om sten beställs från länder där man har helt andra traditioner inom stenhantverket.

### Logistik

Vid montering av stenmurar krävs det vanligen mycket plats. Stenen samt materialet för monte-

ring är skrymmande och dessutom måste det finnas utrymme för truck, traktor eller kran för hantering av det tunga materialet. Hänsyn till detta måste tas vid planeringen.

### Vatten och salter

Liksom i många andra byggnadssammanhang är det ofta fukt och vatten som orsakar skador på stenkonstruktioner. Det är i stort sett omöjligt att förhindra att vatten tränger in bakom stenen i murar. Därför är det viktigt att man utformar konstruktionen så att så lite vatten som möjligt kan komma in men också så att inträngande vatten kan dräneras bort. Det är också viktigt att använda rätt cementkvalitet vid monteringen, s k Anläggningscement (CEM I-SR-LA). Se även avsnitt 3.1.

När vatten vandrar genom en konstruktion som innehåller cement, i t ex betong och monteringsbruk, löser det ut salter ur cementet. Saltet tränger ut genom fogarna mellan stenarna och bildar missprydande kalkbeläggningar (kalciumkarbonat) när det kommer i kontakt med luften. Vid kraftig fuktvandring kan beläggningarna bilda tjocka lager, som är mycket svåra att avlägsna. Det är endast mekanisk bearbetning och syror som biter på kalkbeläggningarna men sådana metoder kan även skada stenen.

# 9 KONSTRUKTIONER MED VATTEN



## 9.0 INLEDNING

Natursten och vatten trivs bra tillsammans. Den våta stenen får en mättad kulör och framträdande textur som framhäver dess karaktär. Speglingar i vågor och strömmar ger också stenen ett glittrande liv. Samtidigt har vattnet en förmåga att tränga in och orsaka frostsprängning och saltutfällningar. Det gäller alltså att använda tekniska lösningar där sten och vatten samverkar till en god helhet. Vid val av konstruktion är det viktigt att tänka på att vatten kan laka ur salter och kalk ur cement. Detta kan ge upphov till misspyrdande missfärgningar särskilt om vattnet vandrar igenom ett bruk eller en porös betong och får kristallisera på fria ytor. Sådana utfällningar kan vara mycket svåra att avlägsna.

Montering i cementbruk måste utföras mycket omsorgsfullt så att bruket blir bra komprimerat med låg porositet och så att inga fickor uppstår där vatten kan bli stående. I annat fall finns risk för frostsprängning och utfällningar. Vanligen används tillsatser till lägg- och fogbruk för att förbättra konsistens, vidhäftning, täthet och beständighet.

## 9.1 FONTÄNER, BASSÄNGER OCH LIKANDE

Stenmaterial till bassänger måste vara frostbeständigt och får inte ha hög vattenabsorption. Porösa sandstenar och kalksten med lerklov är därför inte lämpliga för denna applikation. Vid montering i bruk där risk för saltvandring föreligger bör inte

kalksten användas. Risk finns då att stenen skadas genom saltkristallisationssprängning.

Fontäner och bassänger utförs vanligen som en betongkonstruktion, antingen i vattentät betong eller med ett tätskikt för att förhindra vattengenomträngning. Stenen monteras sedan som en markbeläggning i bassängbotten och som beklädnadsmur på vertikala ytor. Se 4 Markbeläggningar och 8 Murar.

I undantagsfall byggs bassängen upp med stenblock som sammanfogas så vattentätt som möjligt.

Plattorna i bassängbotten kan lämpligen läggas i sand. Då undviker man problemen med salt- och kalkutfällningar från lägg- och fogbruk. Några nackdelar med läggning i sand är att man kan få oönskad bevuxning i fogarna och att man kan spola bort fogsanden vid rengöring.

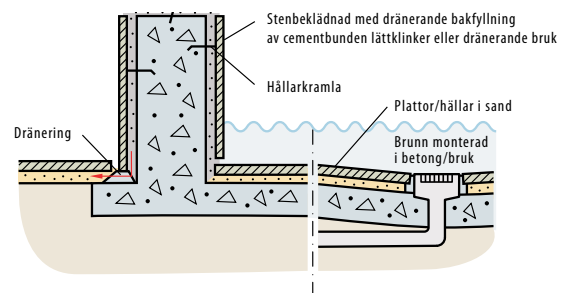


Fig 9.1 Uppbyggnad av fontän med stenplattor på stomme av betong.

## 9.2 Kajer och pirar



Fig 9.2 Kajläggning uppbyggd av granitblock med flammad yta.

Kajer och pirar utförs vanligen som beklädnadsmurar mot en bakomliggande betongkonstruktion. Se 8 Murar.

Stora block monteras i cementbruk med upplag på betongsula och hålls inne med hållarkramlor. Anningen ordnas bakstöd punktvis genom stenar som når in till betongen eller genom partiell bakgjutning. Dräneringsöppningar lämnas i undergjutningen så att vatten inte blir stående i konstruktionen vid variationer i utanförliggande vattennivå.

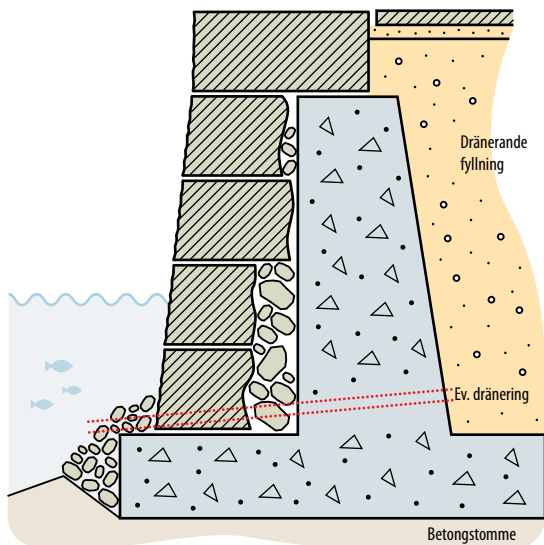


Fig 9.3 Kajmur

En alternativ monteringsmetod är att utföra fullständig bakgjutning av beklädnaden.

Bakgjutningens hållfasthetsklass dimensioneras av konstruktör. För att minska risken för kalkutfällning bör betongen vara tillverkad av cement CEM I LA, VT.

Stenen kan också monteras upp mot en gles form och utgöra den yttre formen för en armerad betongkonstruktion. Hållarkramlor monteras då i fogarna och gjuts in i betongen så att man får en samverkande konstruktion.

Brofundament i strömmande vatten kan förses med skoning av natursten för att öka hållfastheten

mot nötning och slag. För detta ändamål används relativt tjocka block av granit eller kvartsitskiffer som monteras med bakgjutning av betong i kvalitet som avgörs av konstruktör eller dimensioneras enligt BRO 2004.

## 9.3 ERFARENHETER

### Vatten och salter

Stenkonstruktioner som är monterade i vatten eller för att inestänga vatten utgör en utmaning för att man ska undvika saltutfällningar. Vatten finns ju naturligt på plats, så det är viktigt att man utformar konstruktionen så att vattnet i så liten omfattning som möjligt vandrar genom betong och bruk. Det är också viktigt att använda rätt cementkvalitet vid monteringen, s k Anläggningscement (CEM I-SR-LA). Se även avsnitt 3.1.

När vatten vandrar genom en konstruktion som innehåller cement, i t ex betong och monteringsbruk, löser det ut salter ur cementet. Saltet tränger ut genom fogarna mellan stenarna och bildar missprydande kalkbeläggningar (kalciumkarbonat) när det kommer i kontakt med luften. Vid kraftig fuktvandring kan beläggningarna bilda tjocka lager, som är mycket svåra att avlägsna. Det är endast mekanisk bearbetning och syror som biter på kalkbeläggningarna men sådana metoder kan även skada stenen.

Så länge konstruktionen är helt under vatten är det i allmänhet inga problem, men när det blir fuktvandring ut mot ytor i luften kan skadorna uppstå. Det kan till exempel gälla utsidan på en bassäng eller en anläggning som tidvis töms på vatten eller där vattenståndet varierar.

### Beväxning

Sten som har långvarig kontakt med vatten blir förr eller senare utsatt för växtväxning. Avgörande för hur snabbt detta går är stenens porositet/vattenabsorption och ytbearbetning/struktur. Alger, lavar och liknande får fortare fäste på porös sten med grov yta, t ex krysshämrad, än på en tät sten med slät yta, t ex polerad. Regelbunden rengöring är också nödvändig för att hålla stenen fräsch i utsatt miljö.



Fig 9.4

# 10 ÖVRIGA MARKKOMPLETTERINGAR



## 10.0 INLEDNING

Natursten är ett utmärkt material att använda när man ska ”möblera” utemiljön. Det kan bland annat röra sig om pollare och block för avgränsning av ytor eller bänkar och soffor att vila på. En del produkter är standard, men det mesta går att tillverka om det finns goda idéer.

## 10.1 SITTBÄNKAR

Sittbänkar av natursten finner man i allt större utsträckning på många olika platser i stadsrummet och även vid rastplatser längs vägen. Stenen tål klimatpåfrestningar och kräver minimalt underhåll, men den kan vara kall att sitta på. Därför utförs ofta sittytan av trä. Ofta har sittbänkarna sällskap av bord i samma material.

Sådana bänkar och bord är sällan utsatta för åverkan och de är så tunga att de inte är lätta att flytta eller stjäla.

Sittbänkarna kan vara utförda i granit, skiffer eller kalksten. Eftersom dessa utemöbler ska smälta in i miljön är de ofta gjorda i tjock, massiv sten och med grova ytor.

Granit används oftast med flammade eller krysshamrade ytor och råkilade kantsidor. Bänkstöd till parkbänkar med sittyta av trä tillverkas även råkilade.

Skiffern har i allmänhet klovyta och kanterna är vanligen grovt tillhuggna. I undantagsfall används sågade kantsidor.

## 10.2 PLANTERINGSLÅDOR

Planteringslådor tillverkas på beställning. De kan vara utförda på många olika sätt, exempelvis som en yta omgärdad med blockstensmur eller i form av stenskivor som sammanfogats till en låda. Det finns också exempel där betongrör klätts med plattor av natursten till dekorativa planteringslådor.

## 10.3 STOLPAR – POLLARE

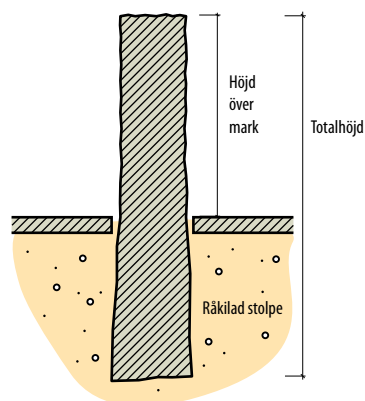


Fig 10.1 Råkilad stolpe monterad i sand. Vid risk för påkörning monteras stolpen grundare så att den ställer sig snett i stället för att knäckas när fordon kör på den.

Grindstolpar av sten ger en välkomnande och proper infart till fastigheten. De kan vara utförda som massiva monoliter eller uppbyggda av plattor som murverk. Stolpar används också i utemiljön för avgränsningar av ytor, för att hindra fordonstrafik, för

att skydda byggnader och annat från påkörning, etc. Dessa stolpar kan vars fristående, sammanlänkade med kedjor, integrerade i murar eller stå i anslutning till infart i byggnad, etc

### Granit

Massiva stolpar av granit finns i olika utföranden med kvadratisk och cirkulärt tvärsnitt. Råkilade, krysshamrade och flammade stolpar i kvadratisk form liksom cylindriska med krysshamrad och flammad yta finns i vissa standardformat. Dessa typer har produktionsvänlig form och därför ett attraktivt pris.

Runda, koniska stolpar lagerhålls också liksom vissa typer av granitstolpar med inbyggd belysning.



Fig 10.3 Cylindrisk, krysshamrad granitpollare. Rännstensplattor av flammad granit.

#### Granitstolpar, standardformat

| Rektangulära, råkilade  |             |                    |                  |            |
|---|-------------|--------------------|------------------|------------|
| Råkilade ytor med tillsatta, raka kanter på synliga ytor.<br>Märken efter utjämnade kilhål får förekomma. |             |                    |                  |            |
| Höjd över mark  | Höjd totalt | Sidor              | Vikt kg/st       |            |
| 600   | 1100±50     | 200 x 200          | 135              |            |
| 800   | 1300±50     | 250 x 250          | 230              |            |
| 1200  | 1700±50     | 300 x 300          | 430              |            |
| Rektangulära, krysshamrade eller flammade   |             |                    |                  |            |
| Synliga ytor krysshamrade eller flammade, övriga ytor sågade.   |             |                    |                  |            |
| Höjd över mark  | Höjd totalt | Sidor              | Vikt kg/st       |            |
| 600   | 1100±50     | 200 X 200          | 120              |            |
| 800   | 1300±50     | 250 x 250          | 220              |            |
| 1200  | 1700±50     | 300 x 300          | 415              |            |
| Cylindriska, krysshamrade eller flammade  |             |                    |                  |            |
| Synliga ytor krysshamrade eller flammade, övriga ytor råkilade.   |             |                    |                  |            |
| Höjd över mark  | Höjd totalt | Diameter           | Vikt kg/st       |            |
| 700   | 1050±50     | 250                | 150              |            |
| 700   | 1050±50     | 300                | 210              |            |
| 400   | 700±50      | 400                | 240              |            |
| Runda/koniska, krysshamrade   |             |                    |                  |            |
| Synliga ytor krysshamrade, råkilad under mark   |             |                    |                  |            |
| Höjd över mark  | Höjd totalt | Diameter topp/mark | Höjd rundad topp | Vikt kg/st |
| 700   | 1050±50     | 200/250            | 30               | 200        |
| 700   | 1050±50     | 250/300            | 40               | 290        |
| 800   | 1150±50     | 220/320            | 40               | 300        |

Tabell 10.2



Fig 10.4 Grindstolpar av råkilad granit.

### Skiffer

Skiffermursten med huggna kanter är ett utmärkt material att mura upp grindstolpar av eller att klä in pelare med. Vanligtvis utförs sådana stolpar kvadratiska och man murar upp stenen med fyra stenar per skift. Murstenarna är lika långa och man växlar förband i vartannat skift så att respektive ände och långsida visas närmast hörnet i varje skift.

Stenar med ungefär samma tjocklek väljs ut för varje skift. Stolparna avslutas med en avtäckningsplatta som får rå ca 30-40 mm utanför murytan.

Fogarna utförs ca 20 mm breda och trycks in ca 15-20 mm i förhållande till stenytan.

För att undvika saltutfällningar används lågalkaliskt sk Anläggningscement, (CEM I-SR-LA). Bruket i fogarna bör ha jordfuktig konsistens.

### Kalksten

Stolpar av kalksten kan utföras antingen med uppmurade stolplattor, som en mur, eller som stående, massiva skivor.

Vid murning av stolpar utförs grundläggningen som ett gjutet betongfundament som rör minst 100 mm utanför plattorna runt om och som är minst 300 mm djupt. Hålet som grävs för att gjuta fundamentet fylls alltid med betong. Inget löst material skall användas för återfyllnad.

Om stolparna är försedda med grind mellan sig bör stolparna ha ett gemensamt gjutet fundament som en balk tvärs över vägen. Vid eventuella markrörelser rör sig då stolparna parallellt.

**Kalkstensplattor för murning av stolpar, vanliga format**

| Helplattor                            | Halvplattor |
|---------------------------------------|-------------|
| 300 x 300                             | 300 x 140   |
| 350 x 350                             | 350 x 165   |
| 400 x 400                             | 400 x 190   |
| 450 x 450                             | 450 x 215   |
| 500 x 500                             | 500 x 240   |
| Tjocklekar 80-100 mm eller 100-120 mm |             |

Tabell 10.5



Fig 10.6 Grindstolpar och mur av kallmurad kalksten.

Mycket små sättningar kan annars sätta grindens stängningsfunktion ur spel.

Alla infästningar för grindar och liknande ska vara av rostfritt, syrafast stål så att rostfläckar och i värsta fall rostsprängning av stenen undviks.

Hela eller halva stolplattor läggs i jordfuktigt cementbruk med tryckt fog 10-20 mm innanför plattorna. Gångjärn till grindar fästs i stolparna i en genomgående, gängad stång i centrum av stolpen genom alla plattorna upp till det översta gångjärnets infästning. Den gängade stången ska vara av rostfritt, syrafast stål.

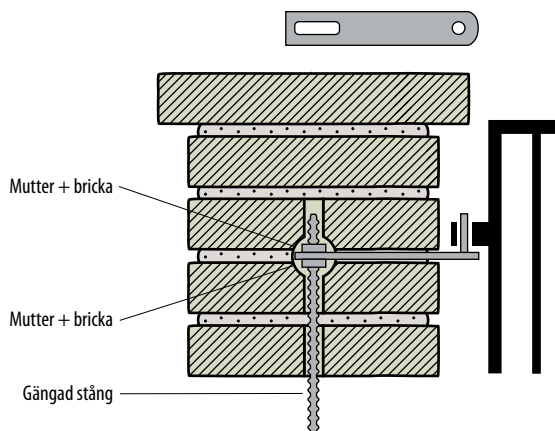


Fig 10.7 Infästning av gångjärn med plattjärn på gängad stång i stolpens mitt.

Stolpar av murade plattor är en känslig konstruktion när det gäller kalkutfällningar. Erfarenheter vi-

sa att stolpar av halvplattor har mindre problem med kalkutfällningar än såna av helplattor

Stående, massiva skivor som sticks ned i marken som stolpar är ett bra alternativ till stolpar murade av plattor. Själva stolpen är en enda sten, så det blir inga problem med kalkutfällningar. Skivorna utförs med ytbearbetningar på samma sätt som blocksteg. Se avsnitt 7.1.3

På äldre stolpar av denna typ är det inte ovanligt med fina handhuggna bårder i olika kombinationer.

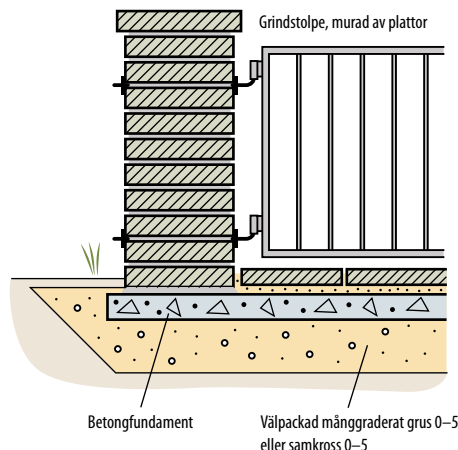


Fig 10.8 Grindstolpe av stenplattor, monterad på betongbalk. Gångjärnen av gängad stång löper i rör genom stolpen för att möjliggöra justering. Muttrar och brickor på ömse sidor av stolpen.

**10.4 PÅKÖRNINGSSKYDD**

Block eller stolpar av sten kan monteras för att skydda lyktstolpar, planteringar och liknande mot påkörning av bilar och renhållningsfordon. Blocken eller stolparna förankras i marken enligt 10.3.



Fig 10.9 Påkörningsskydd av råkilad granit.

**10.5 UTSMYCKNINGAR**

Natursten är ett klassiskt material för utsmyckningar i utemiljö. Ofta är den konstnärliga gestaltningen integrerad, t ex som mönsterinläggningar i markbeläggningar. Ibland har den skulpturala formen kombinerats fått en praktisk funktion. Det kan exempelvis röra sig om en mur eller en sittbänk, som samtidigt är en skulptur.

Det är egentligen bara fantasin och kunskapen om stenens möjligheter som sätter gränser.



# 11 UNDERHÅLL AV STENYTOR UTOMHUS



## 11.0 INLEDNING

Natursten är ett mycket tåligt material som kräver minimalt underhåll. För att stenarbetena ska bibehålla sin höga klass under många år är det dock lämpligt att ha en löpande översyn. Vid denna kan man åtgärda små skador, som annars, på sikt, kan komma att kräva mer omfattande arbeten. Med rätt underhåll behåller stenen sitt värde och åldras med behag.

## 11.1 PERIODISKT UNDERHÅLL

En plan med tidsintervall för olika åtgärder bör upprättas. Se exempel, tabell 11.2.

Under de två första åren krävs ofta återkommande kompletteringar av fogfyllnad och justeringar i markbeläggningar, mm. Sådana åtgärder kan ingå i utförandeprenaden som ett garantiåtagande.

### 11.1.1 Markbeläggningar

Fogarna på nyligen stensatta ytor är känsliga innan de sätter sig och finpartiklar tränger ner så att fogmaterialet packar sig. Därför bör man undvika maskinell sopning med renhållningsfordon de första två åren. Om fogen inte är välfylld får beläggningen ingen stabilitet varvid stenar lossnar och förskjuts ur sitt läge. Vid maskinell sopning bör man se till så att borstarna inte vinklas ner i fogen så att den gröps ur.

### VIKTIGT!

Sopmaskiner med sug får inte användas på nylagda stenbeläggningar med sandfogar!

Ogräs kan bekämpas med många olika metoder. Besprutning med bekämpningsmedel medför stora miljöproblem och bör därför inte användas. Upphettning med låga, ånga eller infraröd strålning är effektiva metoder, men bör användas med försiktighet så att inte stenen eller omkringliggande ytor tar skada. Mekaniska metoder används i första hand, men fogar i nylagda beläggningar kan ta skada av borstning och spolning med högtryck. Blästring kan också ge stenen en matt och tråkig yta.

### Metoder för ogräsbekämpning

| Mekaniska metoder  | Andra metoder      |
|--------------------|--------------------|
| Borstning          | Besprutning        |
| Spolning           | Bränning           |
| Manuell bekämpning | Ångning            |
| Blästring          | Infraröd strålning |
|                    | Frysning           |

Faktaruta 11.1

| Förslag till underhållsplan, parkmiljö med markbeläggningar, murar, mm |             |             |               |            |              |           |
|--|-------------|-------------|---------------|------------|--------------|-----------|
| Åtgärd   | Varje vecka | Varje månad | Var 3:e månad | En gång/år | Vartannat år | Vid behov |
| Sopning, rengöring från klotter  | •           |             |               |            |              |           |
| Kontroll av lösa stenar (under första 2 åren)                          |             |             | •             |            |              |           |
| Rensning av ogräs i markbeläggning                                     |             | •           |               |            |              | (•)       |
| Rensning av ogräs i murar  |             |             | •             |            |              |           |
| Komplettering med fogsand i markbeläggning                             |             |             | •             |            |              |           |
| Kontroll av sättningar/förskjutningar/brukfogar                        |             |             |               | •          |              |           |
| Storrensning, avlägsnande av tuggummi, mm                              |             |             |               | •          |              |           |
| Kontroll/rengöring från salter, mm                                     |             |             |               | •          |              |           |
| Besiktning av anläggningen   |             |             |               |            | •            |           |

Tabell 11.2

Nedan följer förslag på åtgärder som bör ingå i det normala underhållsarbetet för olika stenkonstruktioner i utemiljön.

#### Gatsten

- Åtgärda sättningar, lösa stenar och andra skador.
- Ersätt stenar som saknas. Använd sten med samma kulör och textur vid omläggning eller ersättning av skadad beläggning.
- Bekämpa ogräs med mekaniska metoder.
- Kantskär intilliggande vegetationsytor.
- Den stenlagda ytan sopas för hand.
- Vid tvättning används ej högtrycksspruta eftersom fogarna då spolats ur.

Problem uppstår ofta på stensatta ytor på grund av renhållningsmaskiner. Sopmaskiner med stålborstar och starka dammsugare suger upp fogsanden mellan stenarna vilket leder till att stenarna lossnar med sättningar i ytan som följd.

För att undvika detta kan stenen monteras i bruk och brukfogas. En annan metod är att förstärka fogarna med bindemedel. Se faktaruta 3.3.

#### Hällar

- Sättningar, lösa eller spruckna plattor samt andra skador skall åtgärdas så snart som möjligt för att minska spridningen på det skadade området.
- Ogräs ska i första hand bekämpas med mekaniska metoder.
- Kantskär intilliggande vegetationsytor.
- Brunnsbetäckningar justeras så att de aldrig ligger högre än omgivande beläggning.
- Snö- och isbekämpning utförs mekaniskt. Tösalter förstör kalksten och brukfogar.

#### Kullersten

- Åtgärda sättningar, lösa stenar och andra skador.
- Ersätt stenar som saknas.
- Bekämpa ogräs med mekaniska metoder.
- Kantskär intilliggande vegetationsytor.

#### 11.1.2 Trappor

- Kontrollera stentrappor minst en gång per år.
- Foga och justera stegen när så erfordras.
- Åtgärda lösa steg, undermineringar eller andra skador som kan innebära fara för gående eller för trappans goda bestånd.
- Snö- och isbekämpning utförs mekaniskt. Tösalter förstör kalksten och brukfogar.
- Trappor och trappvägar hålls fria från ogräs.

#### 11.1.3 Murar

##### Bruksmurar

- Kontrollera bruksmurar regelbundet, särskilt fogarnas skick.
- Reparera och justera fogar, sättningar och andra skador vid behov.
- Beväxning i fogar avlägsnas mekaniskt

##### Kallmurar

- Kontrollera kallmurar regelbundet. Under de första åren kan små sättningar förekomma.
- Justera stenförskjutningar vid behov.

#### 11.2 REPARATION, OMBYGGNAD

Natursten är ett tidlöst material med mycket lång livslängd. Vid reparationer och ombyggnader kan kompletteringar med ny sten av samma typ som den befintliga ofta göras. Till en början kan man då särskilja den nya stenen men ganska snart antar den samma patina som den befintliga och smälter in i miljön. För att få så god anpassning som möjligt mellan gammalt och nytt kan en del av den befintliga beläggningen monteras upp och blandas med den nya stenen. Detta ger en bra övergång.

Naturstenen kan vanligen också återanvändas efter demontering. I många fall, bland annat när det gäller gatsten är till och med den begagnade, slitna och patinerade stenen mer attraktiv än nyhuggen.

På senare tid har importen av sten från fjärran länder ökat. Stenens ursprung är då inte alltid lätt att spåra och ersättningsmaterial av samma sort kan då vara svårare att uppbringa.

Sten i markbeläggningar som återmonteras sätts med ca 10 mm förhöjning jämfört med omkringliggande nivå. Vid packning och vibrering kommer de återmonterade plattorna/stenarna att ligga något över den ursprungliga beläggningen, men efter en tids trafik jämnas skillnaderna ut.

### 11.3 RENGÖRING

Stenarbeten som hålls rena ger ett prydligt intryck och inbjuder inte till klotter och vandalisering. Lägg in rengöring som en punkt i underhållsplanen.

Rengöringsmetoderna anpassas till stensort, smutsens art och stenarbetenas uppbyggnad.

Mer om rengöring av sten utomhus finns i Skötsel utomhus. I detta häfte redovisas endast kortfattat några punkter som speciellt gäller sten i utemiljön.

#### Att tänka på vid val av rengöringsmetod

- Högtrykssprutning kan skada fogar
- Sura rengöringsmedel skadar kalksten
- Hård blästring mattar stenens kristalltyt

Faktaruta 11.3

Mer om skötsel och rengöring finns i Natursten, Skötsel utomhus.

#### Fläckborttagning



Fig 11.4 Misspdydande oljefläckar på granitramsten.

Vid all fläckborttagning är det viktigt med en snabb insats för att det fläckande ämnet inte ska tränga ner i stenen. Så länge fläcken ligger på ytan är den lättare att avlägsna.

Nedanstående tabell 11.5 ger kortfattade råd om vilka medel som kan användas för borttagning av de vanligaste fläckarna.

Pastaförfarandet innebär att lösningsmedlet blandas med ett absorberande pulver, t ex krita, till en tjockflytande välling. Denna läggs på fläcken och får torka, varefter det torra pulvret borstas bort och man eftertvättar med vatten. Tekniken innebär att lösningsmedlet löser upp fläcken och att lösningen transporteras upp i pastan som sedan avlägsnas. Om fläcken sitter djupt eller om lösningsmedlet avdunstar för fort kan den fuktiga pastan täckas med

plastfolie under en tid innan plasten avlägsnas och medlet får avdunsta.

Organiska lösningsmedel kan vara effektiva mot olika typer av fläckar och påverkar inte stenen negativt.

Sura medel etsar och bryter ner karbonatstensarter, t ex kalksten, och ska inte användas på sådana stensorter.

#### Fläckborttagning på sten utomhus

| Fläck                  | Tas bort med   |
|------------------------|--|
| Olja, fett             | Bensin, pastaförfarande  |
| Cement, kalkutfällning | Mekaniskt, glykolsyra och hård borste (ej på kalksten)   |
| Märkpenor              | T-röd, pastaförfarande<br>Aceton, pastaförfarande<br>Förtunning, pastaförfarande   |
| Olje-/lackfärg         | Förtunning eller terpentin med papper, därefter pastaförfarande. Eftertvättning med ammoniak i vattenlösning.                            |
| Plastfärg              | Före härdning med vatten. Sedan mycket svårt.<br>Mekaniskt (rakblad) därefter varm lösning kaustik soda.                                 |
| Stearin                | Mekaniskt med kniv/rakblad. Alternativt frysspray. Därefter bensin (motor-, 95 oktan), ev i pastaförfarande.                             |
| Tuggummi               | Frysspray  |
| Urin                   | Diskmedel allt allrent.  |
| Rost                   | Granit/kvartsitskiffer: Oxalsyra, eftertvättning med allrent<br>Kalksten: Mycket svårt. Oxalsyra etsar finare ytor och kan bleka stenen. |
| Tejp (limrester)       | Förtunning, ev aceton.   |

Tabell 11.5

### 11.4 KLOTTERSKYDD, KLOTTERSANERING

Murar och andra vertikala stenytor är ofta attraktiva för klottrare. Sådana ytor bör därför klotterskyddas. Mer om klotterskydd och klottersanering finns i Natursten, Klotter & graffiti.



Fig 11.6 Klotter på granitmur



**SVERIGES STENINDUSTRIFÖRBUND**  
Industrigatan 6, 291 36 Kristianstad. Telefon 044-20 97 80.  
E-post [info@sten.se](mailto:info@sten.se) [www.sten.se](http://www.sten.se)