



Beläggning med plattor och marksten av betong

PROJEKTANVISNINGAR OCH REKOMMENDATIONER

Tredje utgåvan



Beläggning med plattor och marksten av betong

PROJEKTANVISNINGAR OCH REKOMMENDATIONER

Beläggning med plattor och marksten av betong

© 2019 Svensk Markbetong

PRODUKTION: Kontento AB och Bigtail AB

ILLUSTRATIONER:

Bigtail AB (efter förlaga av Cecilia Johansson, Gerd Westholm, Lönegård & Co)

FOTO: Martin Kelam, Benders, Starka, S:t Eriks, Robert Rundberget, Adobe Stock

TYPSNITT: Adobe Garamond Pro och DIN

PAPPER: MultiArt Silk (omslag, 250 g, inlaga, 130 g)

TRYCK OCH REPRO: Billes Tryckeri AB

Tredje upplagan

ISBN 978-91-519-3476-1

DISTRIBUTION: www.svenskmarkbetong.se

Denna handbok ersätter Svensk Markbetongs och Svenska Kommunförbundets tidigare utgivna bok *Beläggning med plattor och marksten av betong* som kom ut 2002 (utgåva 2). Handboken har koordinerats med *AMA Anläggning 20*. Handboken är avsedd att ge tips och idéer om beläggning med marksten och plattor av betong till professionella användare. Sifferuppgifter, dimensioner och annan information får inte utan egna studier och beräkningar överföras till faktiskt objekt eller projektering. Varje projekt har sina egna förutsättningar och användaren ansvarar alltid för slutresultatet.

Förord

Markbetongprodukter används i hela världen som beläggning för allt från den lilla trädgården till den stora, hårt belastade industrihamnen. Rätt utförda ger de goda tekniska egenskaper med låga drift- och underhållskostnader över lång tid. De möjliggör funktionell design med färgade betongstenar för styrning av cyklister, fotgängare och biltrafik. Taktila betongstenar ger information för synskadade. Bullernivån från trafik kan sänkas genom att anpassa betongstenen, läggningmönster och övergångskonstruktioner.

Sedan 2002 är denna skrift ett standardverk för markbetong-beläggningar och är även relevant för natursten och marktegel. Nya utgåvan återspeglar förändringar i branschen senaste decenniet. Nytt är dimensioneringsanvisningar för bundna bärlager och tydligare uppdelning av trafikklasser för plattor och marksten. Handboken uppdateras parallellt med *AMA Anläggning* och har bred förankring i branschen.

Dränerande markstensbeläggningar har introducerats för effektiv rening och fördröjning av nederbörd innan det leds vidare till recipienter. Dagvattensystem skonas från delar av nederbörden vid skyfall, vilket ger färre översvämningar i städer. Tekniken presenteras i en ny handbok från Svensk Markbetong, *Fördröjning av dagvatten med dränerande markstensbeläggningar (2019)*.

Svensk Markbetongs hemsida, www.svenskmarkbetong.se, uppdateras med nya möjligheter för bärighetsdimensionering och trafikklassbestämning.

September 2019

Svensk Markbetong och Sveriges Kommuner och Landsting (SKL)

Boken är framtagen av Svensk Markbetong i samarbete med Sveriges Kommuner och Landsting (SKL). Den är koordinerad med Sveriges Kommuner och Landstings projekt "Beläggning för framtiden", under ledning av Selda Taner (SKL). Författare: Erik Simonsen (Cementa AB), Anders Junghage (S:t Eriks AB), Jan Lang (Starka Betongindustrier), Kjell Ryberg (Benders) samt Jörgen Sandgren (S:t Eriks AB).

Svensk Markbetong är ett samarbete mellan företagen Benders Sverige, Starka Betongindustrier, S:t Eriks AB och Cementa AB. SKL är en arbetsgivar- och intresseorganisation för landets kommuner och regioner.

	Förord	3
1	Inledning	7
2	Plattor och marksten av betong	9
	2.1 Användningsområden	11
	2.2 Egenskaper	12
	2.3 Trafik- och hållfasthetsklassning av marksten och plattor	13
	2.4 Byggmått/Modulmått/Produktmått	18
3	Projektering	21
	3.1 Uppbyggnad av överbyggnaden	22
	Terrass	23
	Förstärkningslager	23
	Bärlager	23
	Sättlager	24
	Fogmaterial	26
	Marksten/plattor	28
	Kantstöd	28
	3.2 Höjdsättning och vattenavrinning	29
	3.3 Anslutningar	30
	3.4 Arbetsbeskrivning	31
4	Dimensionering	33
	4.1 Förutsättningar	33
	4.2 Geologi – terrassmaterial - klimat	34
	4.3 Trafiklast	38
	Trafikklassbestämning enligt Trafikverkets metod	39
	Trafikklassbestämning enligt Svensk Markbetong – förenklad version	43
	4.4 Val av konstruktion	46
	4.5 Konstruktiv utformning – Marksten	47
	Arbetsgång	48
	Redovisning	54

4.6	Konstruktiv utformning – Plattor	55
	Arbetsgång	56
	Redovisning	60
5	Utförande	63
5.1	Överbyggnaden	63
5.2	Utläggning sättlager	64
5.3	Läggning, fogning och eftervibrering	64
5.4	Kantstöd och inspänningar	68
5.5	Maskinläggning av betongmarksten	70
5.6	Måttanpassning, kapning	72
5.7	Beläggning på täta underlag	74
5.8	Idrifttagande av beläggningen	74
5.9	Att tänka på	75
5.10	Arbetsgång	76
6	Drift och underhåll	79
6.1	Drift	80
6.2	Underhåll	84
	Underhåll av kanter mot grönytor	84
	Reparationer och återuppbyggnad	85
	Grävningsarbeten i beläggningen	85
	Korrekt packning	86
	Sätt stenarna för högt	87
	Noggrann fogfyllning och vibrering	87
	Punktreparationer	87
	Åtgärda deformationer och hjulspår	87
	Drift – Underhåll bundna bärlager	88
7	Referenser	91

Färgpalett för olika material. Denna handbok innehåller beskrivande illustrationer. Färgerna nedan visar vilken typ av material som avses.

	Betongmarkplatta		Fogmaterial		Betong
	Betongmarksten		Sättmaterial		Terrass
	Betongmarksten, markeringsfärg		Obundet bärlager		Asfalt
	Betongmarksten, markeringsfärg		Förstärkningslager		

1. Inledning

Denna handbok vänder sig till projektörer, entreprenörer, driftansvariga och beställare av markbetongbeläggningar. Syftet med handboken är att beskriva hur ytor med beläggning av markbetong ska dimensioneras, projekteras, anläggas och underhållas för att skapa vackra och väl fungerande ytor med lång livslängd. Med markbetongbeläggningar avses ytor belagda med plattor och marksten av betong. Eftersom marksten och plattors egenskaper i vissa avseenden skiljer sig åt, hänvisar vi även till tillverkarnas egna rekommendationer för olika beläggningar.

- Definitioner av platta respektive marksten samt specifika egenskaper finns i kapitel 2.
- Råd och anvisningar för projektering ges i kapitel 3.
- Förslag till dimensionering av plattor respektive marksten finns i kapitel 4.
- Lämpligt utförande redovisas i kapitel 5.
- Drift och underhåll av den färdiga beläggningen behandlas i kapitel 6.

Flera av Svensk Markbetongs tidigare utgivna skrifter kompletterar denna handbok. Gata för Människor (1998) behandlar trafikplanering i innerstadsmiljö och ger exempel på goda lösningar med markbetongbeläggningar både i Sverige och utomlands. *Anlägga ytor med plattor och marksten av betong* (2000) är en praktisk handledning för byggande av väl fungerande markbeläggningar av betong. *Markstensbeläggningar för industriytor* (2006) behandlar tungt belastade ytor som terminaler och hamnar, men kan även appliceras på tungt belastade kommunala gator. *Fördröjning av dagvatten med dränerande markstensbeläggning* (2019) är en teknisk handbok om dimensionering, utförande och drift- och underhåll av konstruktioner avsedda för fördröjning och rening av dagvatten.



2. Plattor och marksten av betong

Plattor och marksten av betong är beläggningar med lång tradition. Gator i Europa har belagts med olika typer av sten och tegel sedan medeltiden. 1926 användes marksten av betong för första gången på en vägsträcka i Sverige. Det var en 90 mm tjock rektangulär marksten som lades på en delsträcka av Lundavägen mellan Malmö och Lund – en av de mest trafikerade vägarna på den tiden. På 1930-talet utvecklades betongstensbeläggningarna i Tyskland i större skala. Sedan ökade användningen av marksten explosionsartat, bland annat i Holland. Plattor har varit vanliga i Sverige sedan 1950-talet medan marksten etablerades i större omfattning ca 20 år senare.



2.1 Användningsområden

Beläggningar av plattor och marksten av betong har många fördelar. De har hög slitstyrka och god beständighet. Dessutom ger utbudet av former, färger och mönster stora möjligheter att skapa gatumiljöer som är lätta att orientera sig i och till formgivning av gatans estetik och gestaltning. Inriktningen i Sverige går mot sänkta hastigheter i tätort. Ett systematiskt och konsekvent arbete med mönster och färg gör att trafikanterna känner igen sig och förstår hur de ska bete sig. Större tydlighet gör det lättare för trafikanterna att orientera sig, vilket är önskvärt i blandtrafiksystem. Markstensbeläggningens fogar gör dessutom att bilförare upplever svaga vibrationer som bidrar till större uppmärksamhet och lägre hastighet.

Marksten nyttjas vanligtvis på kommunala gator med hastigheter upp till 50 km/h samt även tungt belastade industriytor. I kommunal miljö inbjuder beläggningen inte till höga hastigheter, utan talar om för bilisterna att de befinner sig i gångtrafikanternas miljö. Markstenens färger och skilda mönster kan förtydliga hastighetsförändringar och ge bilister tydliga signaler om att ta större hänsyn till gående och cyklister.

Plattor av betong är ett naturligt val på park- och torganläggningar, trottoarer samt på vägar med gles fordonstrafik. Plattor ger även en kompletterande estetisk möjlighet med varierande ytstrukturer. Det är också möjligt att blanda plattor, med sitt större format, och marksten, som bättre klarar högre trafikbelastningar. Användningen av plattor på fordonstrafikerade ytor bör dock ske först efter samråd med markbetongtillverkaren och i enlighet med denna skrift.

Det finns ett brett användningsområde för plattor och marksten av betong.

2.2 Egenskaper

En markbetongbeläggning kan tekniskt beskrivas som en halvelastisk beläggning eftersom den är både styv och elastisk. Till skillnad från asfalt består markbetongbeläggningen av styva enheter som är föbundna med varandra av fyllda och elastiska fogar. Beläggningen har lång livslängd, precis som betong i allmänhet.



Styv beläggning



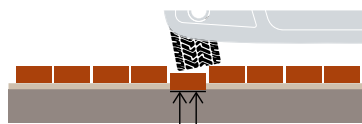
Elastisk beläggning



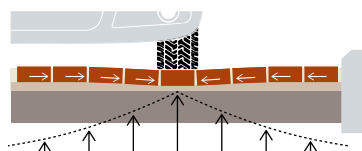
Halvelastisk beläggning

Markstensbeläggning kombinerar de fördelar som en styv beläggning ger i form av en god förmåga till lastspridning med den elastiska beläggningens flexibilitet.

För att markstensbeläggning ska sprida lasten bra är det avgörande att fogarna är välfyllda med fogmaterial och att hela beläggningen spänns in. Då kan stenarna samverka och fördela lasten över en större yta.



Utan fogmaterial och kantstöd



Med fogmaterial och kantstöd

Svensk Standard för markbeläggningsprodukter är: SS-EN 1338 Betongmarksten, SS-EN 1339 Betongmarkplattor och SS-EN 1340 Kantstöd av betong. Markstenars och plattors kvalitet kontrolleras genom provning av bl a hållfasthet, frostresistens och nötningsmotstånd. Dessutom ställs krav på mått och maximala formavvikelser. Skillnaden mellan betongmarksten och betongmarkplattor definieras av deras geometri. En sten vars största längd dividerad med tjockleken är mindre än eller lika med fyra, räknas som en betongmarksten. Plattor ger en kvot på över fyra. Betongmarkstenar kan, beroende på sin form, användas i högre trafikklasser.

2.3 Trafik- och hållfasthetsklassning av marksten och plattor

Det är viktigt att förstå skillnaden på trafikklasser och hållfasthetsklasser. Trafikklasser är ett systematiskt sätt att bedöma trafikens totala belastning på en konstruktion under dess tekniska livslängd. Trafikklassen är inte direkt förenad med någon egenskap hos markstenarna eller plattorna, utan används vid dimensionering av hela överbyggnadskonstruktionen (se vidare avsnitt 4.3). Hållfasthetsklasser däremot, är kopplat till den enstaka produkten och dess egenskaper. Tillverkarna trafikklassar marksten och plattor utifrån en sammanvägd bedömning av produktens egenskaper i kombination med förväntade egenskaper hos den färdiga konstruktionen.

Förmågan att klara trafikbelastning beror på:

- format (längd, bredd, tjocklek)
- form (längd/breddförhållande, låsbarhet)
- hållfasthet

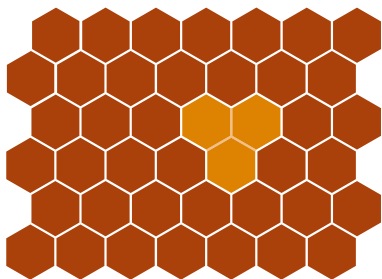
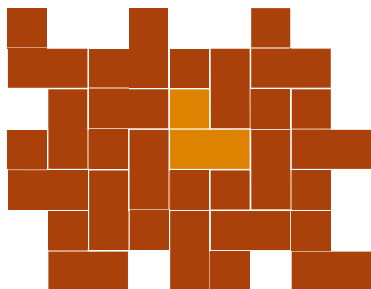
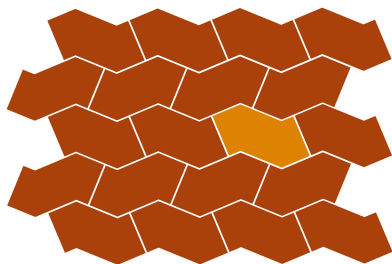
**Den färdiga konstruktionens förmåga
att klara belastningar beror även på:**

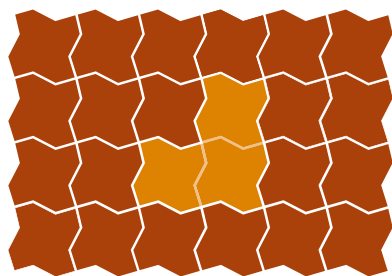
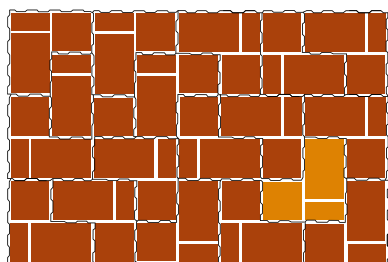
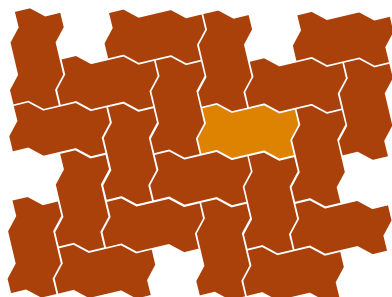
- typ av läggningsmönster
- fyllda fogar
- fungerande inspanning
- överbyggnadens utformning och utförande
(speciellt packning är viktigt!)
- fungerande drift- och underhållsplan
- dränering, d v s att vatten ej blir stående i konstruktionen
- m m.

Markstenens och plattans format har betydelse för beläggningens stabilitet och lastfördelande egenskaper. En tjockare sten med mindre horisontell utbredning klarar bättre av horisontella krafter och används därför på trafikerade ytor. Ytor där tunga fordon bromsar, accelererar eller vrider hjulen, som t ex korsningar, busshållplatser och vändzoner, utsätts för extra höga påkänningar. I dessa fall bör en låsbar marksten användas. Ytor som inte ansluter direkt mot fast stöd eller annan hårdgjord yta ska spännas in med mothåll som är stumma och inte ger efter, för att undvika sättningar och fogförskjutning. Observera att hårdgjord yta av asfalt ger efter, och räcker normalt inte som mothåll på trafikerade ytor. Betongmarksten kan läggas på de flesta typer av ytor. Marksten finns i olika format och former som gör det möjligt att låsa fast markstenen mot intilliggande markstenar. Plattor delas in i olika klasser beroende på dess tänkta användningsområde. Användningen av plattor på fordonstrafikerade ytor sker först efter samråd med markbetongtillverkaren.



Exempel på olika typer av låsbara stenar:



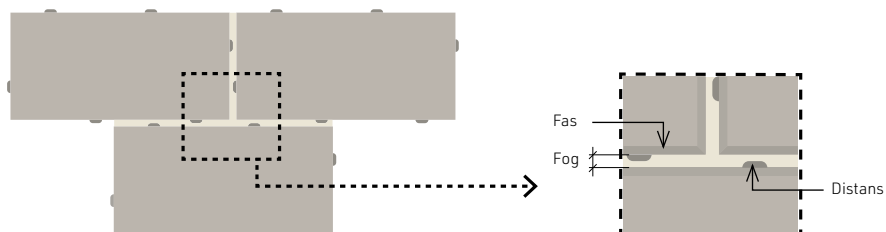


2.4 Byggmått/Modulmått/Produktmått

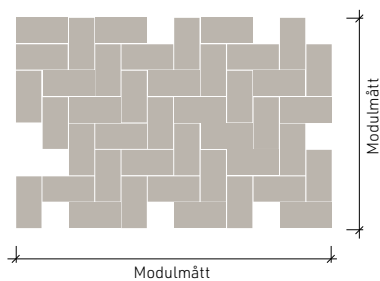
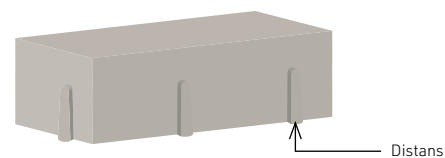
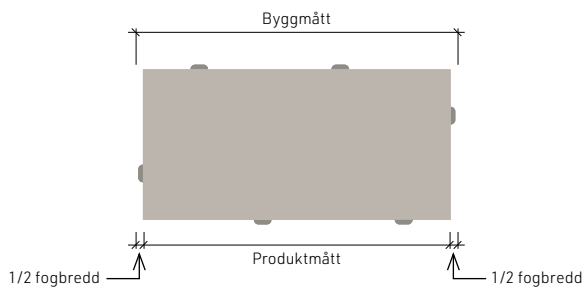
Byggmått: Det mått som tillverkarna anger för sina markstenar respektive plattor är byggmåttet. Byggmåttet är det mått som används vid planering och anläggning eftersom det innefattar plattans eller markstenens produktmått inklusive rekommenderad fogbredd (d v s halva fogbredden på varje sida av stenen, se bild).

Modulmått: Den enhet som en läggmaskiner hanterar. Det är det totala måttet, inklusive fogar. Detta används vid projektering och planering av maskinläggning. Tillverkarna har uppgifter om aktuella modulmått för produkterna.

Produktmått: Markstenens eller plattans faktiska längd och bredd, exklusive eventuella distanser. För produktmåttet ställs krav enligt Svensk Standard SS-EN 1338/1339, där en tillåten måttolerans anges. Produktmåttets variation tas upp av fogen och sättmaterial. Fogbredden och sättmaterialets tjocklek behöver ibland anpassas för att ta upp variationen i produktmått som uppstår vid tillverkning av produkten. Framförallt gäller detta fogar där markstenar eller plattor med olika byggmått kombineras i föreskrivna mönster och vid maskinläggning av moduler.



För att underlätta en minimifog finns oftast 1-2,5 mm tjocka distanser ("rillor") på plattornas/markstenarnas sidor.





3. Projektering

Detta kapitel behandlar övergripande markbetongbeläggningens uppbyggnad och innehåller anvisningar för projekteringen.

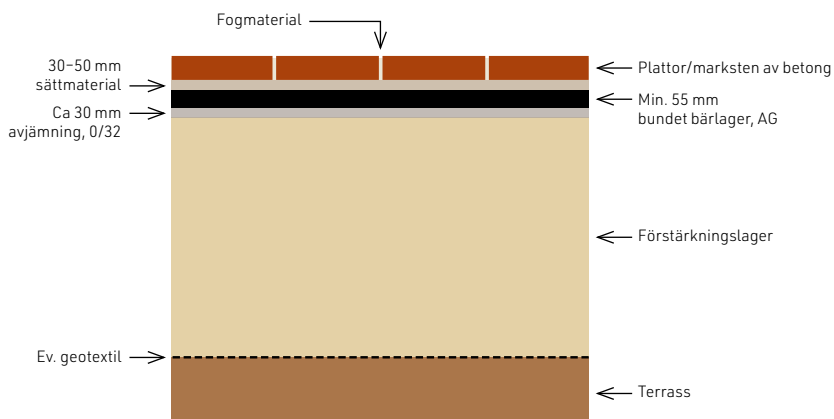
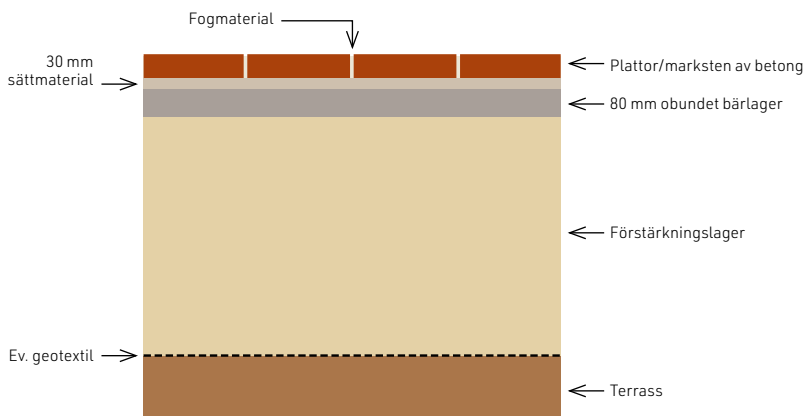
Projektören dimensionerar överbyggnaden och väljer lämplig marksten eller platta med hänsyn till trafikbelastning. Markbetongöverbyggnadens konstruktion följer en traditionell väguppbbyggnad, med förstärkningslager och bärlager. Slitlagret utgörs av sättmaterial, marksten eller plattor och fogmaterial.

För lämplig dimensionering av överbyggnadstjocklek och beskrivning av praktiskt utförande se kapitel 4 respektive 5.

För upprättande av tekniska beskrivningar och förfrågningsunderlag, används lämpligen gällande *AMA Anläggning* med tillhörande råd och anvisningar (*RA Anläggning*).

3.1 Uppbyggnad av överbyggnaden

Överbyggnadens olika delar är förstärkningslager, bärlager och slitlager. Det består av sättlager, fogar och marksten/plattor av betong. Överbyggnaden vilar på terrassen. Fogarna mellan markstenarna/plattorna ska fyllas med fogmaterial.



Terrass

Terrassen är gränsytan mellan överbyggnaden och de i huvudsak naturliga jord- och bergmassorna inom schakt- respektive fyllnadsområdet. Ett materialskiljande lager av geotextil ska användas om det finns risk för materialvandring.

Förstärkningslager

Förstärkningslagret vilar på terrassen. Det ska vara jämntjockt och packat enligt gällande *AMA Anläggning*. Den valda beläggningens lutning gäller även här. I förstärkningslagret kan med fördel återvunnen krossad betong användas. Kornstorleksfördelningen ska uppfylla kraven enligt gällande *AMA Anläggning*. Förstärkningslagrets tjocklek bestäms av den dimensioneringen som görs (se kapitel 4).

Vid utläggning av bundet bärlager bör förstärkningslagrets ovanyta avjämnas med ca 30 mm 0/32. Förstärkningslager till öppna dränerande konstruktioner dimensioneras och utförs enligt separat handbok, *Fördrojning av dagvatten med dränerande markstenskonstruktioner* (2019).

Bärlager

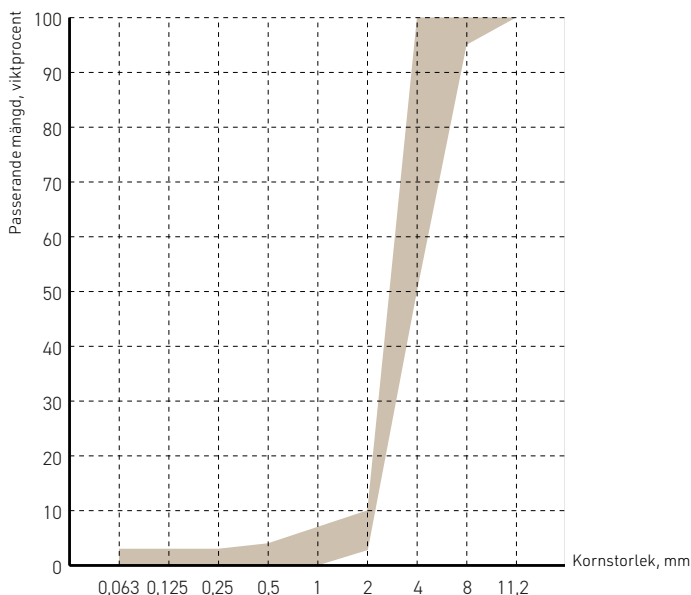
Bärlagret kan bestå av obundet krossat material (t ex 0/32 mm), bitumenbundet (t ex AG) eller cementstabiliserat material (t ex CG). Bärlagret ska ha en plan överyta och vara packat enligt gällande *AMA Anläggning*. Krav på bärlagrets jämnhetstolerans, nivå och packning ska följa gällande *AMA Anläggning* enligt kategori B. Kornstorleksfördelningen ska uppfylla kraven enligt gällande *AMA Anläggning*. Bärlager till öppna dränerande konstruktioner dimensioneras och utförs enligt separat handbok, *Fördrojning av dagvatten med dränerande markstenskonstruktioner* (2019).

Om bundna bärlager används, t ex om det förekommer mycket stora trafiklaster, måste dräneringen av sättlagret vara säkerställd. Bundna bärlager ställer andra krav på sättmaterialets tjocklek och kornstorleksfördelning. Bundna bärlager utförs enligt *AMA Anläggning* som ger vidare referenser till Trafikverkets tekniska krav för vägkonstruktion.

Sättlager

Sättlagret utgör underlaget (bädden) för markstenen eller plattan och ska bestå av ett 30 mm jämntjockt lager för obunden överbyggnad och ett 30–50 mm jämntjockt lager för bunden konstruktion. Sättmaterial får ej användas för att justera ett ojämnt bärlager. Material ska vara enligt gällande *AMA Anläggning*, dock tidigast utgåva 2020.

Sättmaterialet ska också ha den egenskapen att det förhindra att vatten blir instängt i konstruktionen. Två olika typer av sättmaterial finns att tillgå beroende på applikation enligt tabell 3.1. Sättmaterialet måste anpassas till fogmaterialet. Sättmaterialet ska bestå av korn från bergarter som inte vittrar. Det är av yttersta vikt för sättlagrets funktion att de kurvor som anges i denna bok, alternativt *AMA Anläggning 20*, följs.

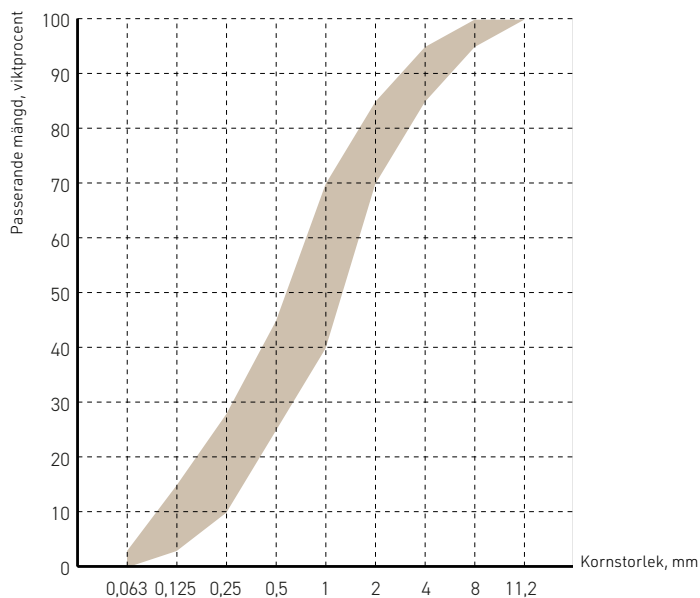


A: Kornstorleksfördelning för sättmaterial för samtliga konstruktionstyper.

Tabell 3.1
Val av sättmaterial.

Konstruktionstyp	Sättmaterial	AMA kod
Obundet bärlager	A eller B	DCG/1 eller DCG/2
Bundet bärlager	A	DCG/1
Dränerande konstruktion (*)	A	DCG/1

* Se separat handbok: Fördrojning av dagvatten med dränerande markstenskonstruktioner (2019).

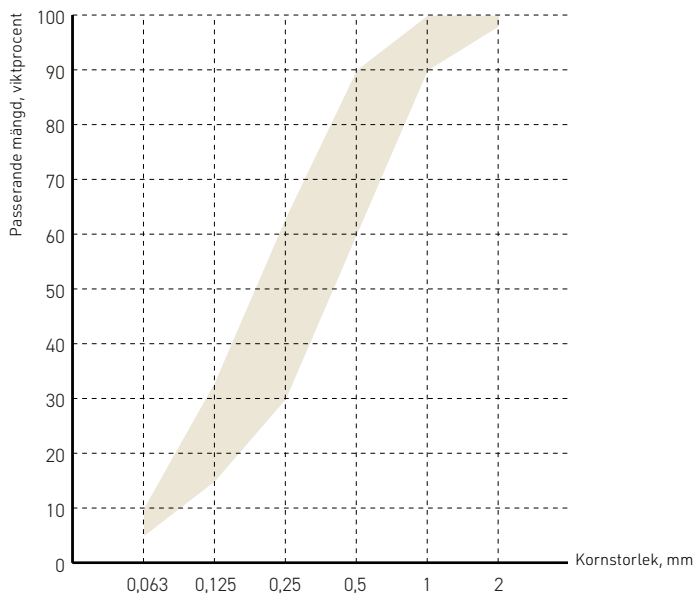


B: Kornstorleksfördelning för sättmaterial på konstruktion med obundet bärlager.

Fogmaterial

Fogen är en väsentlig del av beläggningen och det är viktigt att fogen är fylld under hela brukstiden för att beläggningen inte ska bli instabil. Komplettering av fogmaterialet ska göras vid behov och under första halvåret. Plattor och marksten ska läggas med 2–5 mm fog och justeras in så att linjer och tilltränkta mönster uppnås. Mot fasad, granitbeklädd trappa eller dylikt ska fog vara 10–20 mm. Fog mot inspänning och kantstöd ska vara 2–5 mm. Obundet fogmaterial utgörs av material enligt gällande *AMA Anläggning*, dock tidigast utgåva 20. Fogar till dränerande markstensbeläggningar utförs enligt separat handbok, *Fördröjning av dagvatten med dränerande markstenskonstruktioner* (2019).

Fogmaterialet ska bestå av korn från bergarter som inte vittrar. Torrt fogmaterial eftersträvas vid fogningen då den lättare tränger ned i fogen.



Kornstorleksfördelning för fogmaterial.



FYNDA GLAS
30-70% RABATT

DANIELSONS

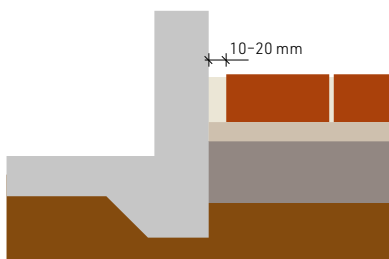
TORIET

Marksten/plattor

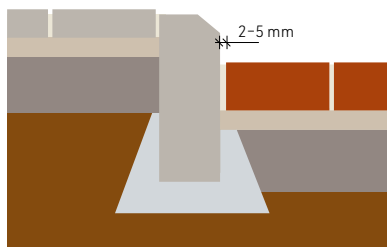
Marksten och plattor utgör markbetongkonstruktionens slitlager. Format och egenskaper beskrivs i kapitel 2.

Kantstöd

En förutsättning för att förhindra fogförskjutning är rätt monterade kantstöd. Kantstöd av betong ska monteras enligt *AMA Anläggning* och deklarerats enligt SS-EN 1340. Vid tungt belastade ytor ska kantstöd sättas i betong, med motstöd av betong. Detta för att skapa en fullständig inspänning. Vid förändring av vägens bredd (avsmalning o dyl) kan kantstöd sättas rakt över körbanan för att ytterligare öka inspänningen av olika delytor. Dessa ska då sättas så att markbeläggning hålls intakt utan kapningar. Beläggningen ska sättas 5–10 mm över angränsande kantstöd. Närmast kantstödet rekommenderas utspetsning med betong. Kantstöd bör även sättas vid anslutning till andra beläggningar, t ex asfalt. Kantstöd ska monteras med synlig fog, ca 5 mm. Fog mot kantstöd och inspänning ska vara 2–5 mm. Fog mot fasad eller annan begränsning inte avsedd för inspänning ska vara 10–20 mm.



Fog mot fasad.



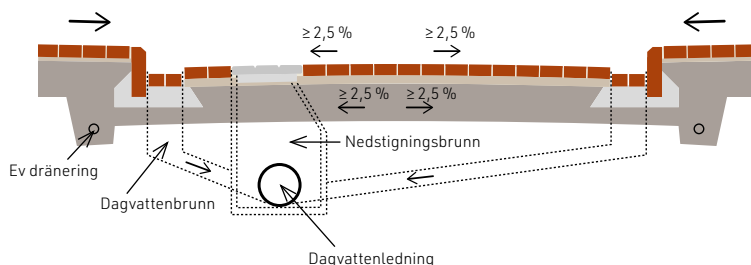
Fog mot kantstöd.

3.2 Höjdsättning och vattenavrinning

Vattenavrinningen är alltid viktig att lösa vid gatu- och vägprojektering. Kvarstående vatten i konstruktionen, speciellt i sättmaterialet, innebär att besvärande skador lätt uppkommer. En effektiv avrinning skapas om den tvärgående lutningen är större än 2,5 procent. För trafikerade gator är 2,5 procents lutning inget problem att uppnå. Ur tillgänglighetsperspektiv och i trånga utrymmen kan dock 2,5 procents lutning vara svårt att uppnå, och mindre lutning kan då accepteras. Men då är det viktigt att lämpliga avrinningsvägar skapas så att vatten inte blir stående i konstruktionen. Med bundna bärlager är en säkerställd avrinning extra viktigt. Vald lutning ska gälla för samtliga lager, från terrassnivå till färdig yta, så att varje lager är jämntjockt. Sättmaterialet får ej användas för utjämning. Längsgående avrinning måste säkerställas mot lågpunkter t ex brunnar, dagvattenrännor, diken m m.

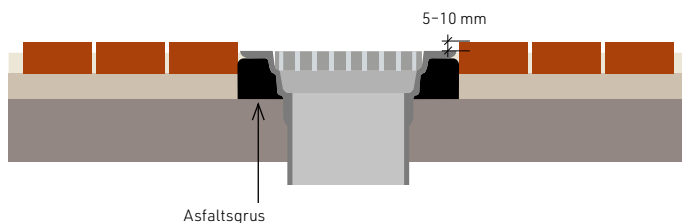
Normalt utformas överbyggnaden med takfall eller enkelsidigt tvärfall. Att utforma överbyggnaden som en valvkonstruktion ökar samverkan mellan stenarna och sprider därför lasterna bättre.

För höjdsättning, lutningar och vattenavrinning vid dränerande markstenskonstruktioner ges särskilda rekommendationer i separat handbok, *Fördröjning av dagvatten med dränerande markstenskonstruktioner* (2019).



3.3 Anslutningar

Vid projekteringar ska anpassningar och anslutningar beskrivas. Det är därför viktigt att planera utformningen med hänsyn till bygg- och modulmått (se kapitel 2.4). Dessutom finns det ofta kompletteringsdetaljer som halv-, rand- och slutstenar i sortimentet som med fördel kan utnyttjas för bättre anpassningar. Som regel ska kompletteringsdetaljer användas vid anslutningar till beläggningens ändar. Om kompletteringsdetaljer inte finns, kan inpassning ske genom kapning av plattor eller stenar. För att underlätta läggning vid brunnar finns även kvadratiska passramar av gjutjärn. Se även kapitel 5.6. Anslutningar mot dagvattenbrunnar bör uppmärksammas. Färdig höjd på plattor eller marksten ska vara 5–10 mm över kantsten, brunnar, beteckningar eller annan fast kant. Vattendnedträngning på brunnens utsida ska undvikas för att förhindra materialflykt från sättsandslagret, vilket kan leda till lokala sättningar. Det är viktigt att packa bär- och förstärkingslagret runt brunnen ordentligt, annars kommer materialet runt brunnen att "sjunka undan" efter en tid.



Brunnens nivå bör ligga några mm lägre än markbetongbeläggningen.
Understopning med AG (asfaltsgrus) kan förhindra sättning av brunnen.

3.4 Arbetsbeskrivning

Lämpligen används gällande *AMA Anläggning* med tillhörande råd och anvisningar (*RA Anläggning*) eller alternativ teknisk beskrivning t ex kommunens tekniska handbok för att upprätta en arbetsbeskrivning. Se även kapitel 5 som beskriver ett korrekt utförande och läggning av marksten och plattor. Förutom allmänna krav som ska ställas på en överbyggnad (krav på terrassyta, materialkvalitet m m) finns för markbetongbeläggningar några specifika krav som ska anges.

Projektören bör tydligt ange:

- Beskrivning av trafikbelastning
(t ex antal standardaxlar alternativt trafikklass)
- Plan- och tvärsektion
- Packningsförfarande
- Typ, färg och dimension på markstenar och plattor
- Läggningsmönster
- Om plattor och marksten ska maskinläggas
- Typ av kantstöd och hur de ska förankras
- Hur anslutningarna ska lösas
- Hur fogning ska utföras
- När ytan kan tas i drift (med hänsyn till fogning)
- Hur egenkontroll ska utföras och dokumenteras
- Drift- och underhållsplan

För att maskinell läggning ska kunna ske i största möjliga utsträckning bör projektören ta hänsyn till produkternas modulmått (se avsnitt 2.4). Redovisning av genomförd dimensionering sker enligt kapitel 4. För dränerande markstenskonstruktioner ställs ytterligare krav på arbetsbeskrivning och redovisning i handlingar som beskriver konstruktionen. Krav som ställs på denna typ av överbyggnad redovisas i separat handbok, *Fördröjning av dagvatten med dränerande markstenskonstruktioner* (2019).



4. Dimensionering

Överbyggnaden ska dimensioneras för att klara de belastningar som kan uppstå under konstruktionens hela livslängd. I kapitel 4 beskrivs vilka förutsättningar som gäller för dimensionering. Genom att utföra dimensionering enligt de anvisningar som anges i kapitel 4 klarar överbyggnader med marksten eller plattor de krav på bärrighet och funktion som är framtagna av Trafikverket. Kontrollera också att eventuell tjällyftning inte överstiger tillåtna värden.

4.1 Förutsättningar

Förutsättningarna gäller överbyggnadskonstruktioner med betongmarkplattor eller betongmarksten som slitlager. Vid dimensionering av markstenskonstruktioner ska parametrar som klimat, geologi och vägens trafiklast beaktas. För dimensionering av dränerande konstruktioner ska hänsyn även tas till terrassens dräneringsförmåga, eventuella föroreningar i undergrunden och närhet till grundvattenyta. Dränerande konstruktioner beskrivs i separat handbok, *Fördrojning av dagvatten med dränerande markstenskonstruktioner* (2019).

En väsentlig skillnad mellan plattor och marksten är att markstenen normalt läggs i mönster, som i kombination med dess format skapar låsning mellan stenarna. Låsningen förhindrar glidning, ger bättre lastöverföring mellan stenarna och därmed en beläggning med högre bärrighet. I en plattbeläggning skapas inte denna låseffekt i motsvarande grad. Dimensionering av plattbeläggningar, och därmed också hela konstruktionen, är mer direkt relaterad till plattans egenskaper och dimensioner. Marksten används med fördel i gångfartsområden, så kallade shared space (d v s trafikrum där olika typer av trafikanter delar på en gemensam yta) och gator upp till ca 50 km/t. Plattor används på ytor med lägre andel fordonstrafik. Leverantören anvisar vilka plattdimensioner som är lämpliga på olika ytor. Trafikklassindelningen framgår av tabell 4.4 och tabell 4.5.

4.2 Geologi – terrassmaterial - klimat

Dimensioneringen av överbyggnaden ur belastningssynpunkt baseras bl a på materialegenskaper för jord- och bergmaterial i terrassytan och hur dessa påverkas av årstidsvariationer. Jord och berg i underbyggnad och undergrund delas in i materialtyper enligt tabell 4.1. Indelning av jord- och bergmaterial baseras bl a på kulkvarnsvärde, kornstorleksfördelning, organisk halt mm. Om dimensionering av överbyggnaden görs enligt denna handbok delas jord- och bergmaterialet in enligt huvudgrupperna i tabell 4.1. Byggande på terrass av materialtyp 6 rekommenderas inte. Innan byggande på förstärkningslager av materialtyp 7 (t ex restprodukter, återvunna material och lättmaterial) bör särskild utredning genomföras. Klassificering av material med hänsyn till kornstorlek görs enligt SS-EN 14688.

Tabell 4.1

Indelning av jord och berg i materialtyper enligt *AMA Anläggning CB/1*.

Materialtyp	Benämningar Berg- och jordmaterial	Kulkvarnsvärde	Halten [vikt-%] x/y			Exempel	Tjärtfärlighetsklass
			Finjord 0,063/63 mm	Ler 0,002/0,063 mm	Organisk jord % / 63 mm		
1	Bergtyp 1	≤ 18	< 10		≤ 2	Glimmerfattig granit eller gnejs samt andra hårda och hållfasta bergarter såsom kvartsit, diabas, porfyr och leptit.	1
	Bergtyp 2	19-30	< 10		≤ 2	Glimmerrik granit eller gnejs samt andra bergarter med måttlig hållfasthet och dålig slitstyrka, t ex homogen kalksten.	1
2	Block- och stenjordarter Grovkorniga jordarter		≤ 15		≤ 2	Block, sten, grus, sand, sandigt grus, grusig sand, grusmorän, sandmorän.	1
3A	Bergtyp 3	> 30	≤ 30		≤ 2	Bergarter med höga glimmerhalter, lerskiffer, kritkalksten, leromvandlat berg samt inte klassificerat bergmaterial.	2
3B	Blandkorniga jordarter		16-30		≤ 2	Lerig eller siltig sand, lerig eller siltig grus, lerig eller siltig sandmorän, lerig eller siltig grusmorän, lerig eller siltig morän.	2
4A	Blandkorniga jordarter		31-40		≤ 2	Lerig eller siltig sand, lerig eller siltig grus, lerig eller siltig sandmorän, lerig eller siltig grusmorän, lerig eller siltig morän.	3
4B	Finkorniga jordarter		> 40	> 40	≤ 2	Lera, lermorän.	3
5A	Finkorniga jordarter		> 40	≤ 40	≤ 2	Silt, lerig silt, siltig lera, siltmorän, siltig lermorän.	4
5B	Mineral- jordarter med organisk halt				2-6	Gyttig lera, dyig silt.	4

*Materialtyp 6 och 7 har utelämnats i tabellen. Se vidare *AMA Anläggning CB/1*.

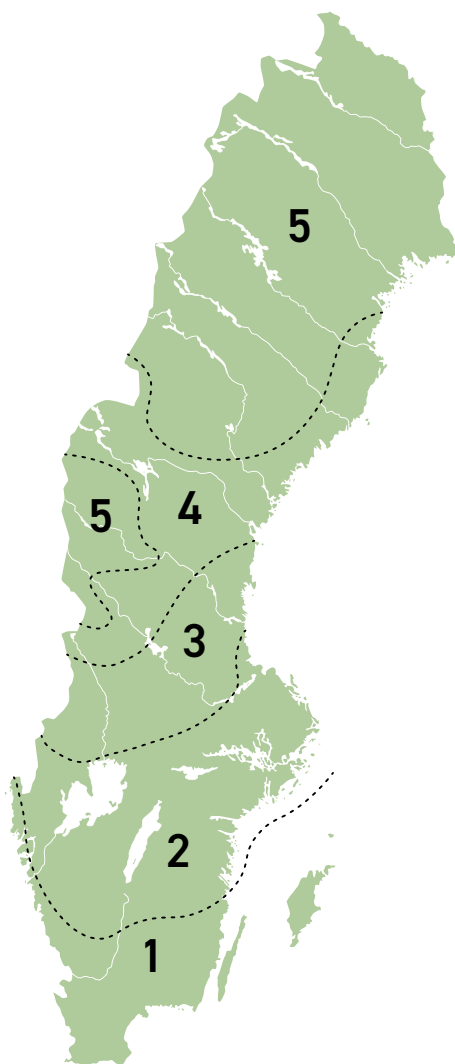
Dimensioneringen av överbyggnaden ur tjällyftningssynpunkt baseras på tjällyftningsegenskaperna hos terrassens jordart. Jordarter indelas i fyra tjälfarlighetsklasser enligt tabell 4.1. Tjälfarlighetsklasserna sammanfattas i tabell 4.2.

I områden där dimensionering görs med hänsyn till tjällyftning, ska detta även göras för markstensöverbyggnader. Totala överbyggnadstjockleken kontrolleras med avseende på aktuell klimatzon. Sverige delas in i klimatzoner enligt figur 4.1.

Tabell 4.2

Beskrivning av tjälfarlighetsklasser.

Tjälfarlighetsklass	Beskrivning	Exempel på jordart
1	Ikke tjällyftande jordarter Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjältningsprocessen i regel är obetydlig. Klassen omfattar materialtyp 1 och 2 samt organiska jordarter med organisk halt > 20 %.	Block, sten, grus, sand, sandigt grus, grusig sand, grusmorän, sandmorän, gyttja, dy, torv, mulljord
2	Något tjällyftande jordarter Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjältningsprocessen är liten. Klassen omfattar materialtyp 3A och 3B.	Lerig eller siltig sand, lerig eller siltig grus, lerig eller siltig sandmorän, lerig eller siltig grusmorän, lerig eller siltig morän
3	Måttligt tjällyftande jordarter Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjältningsprocessen är måttlig. Klassen omfattar materialtyp 4A, 4B och organiska, mineraliska jordarter.	Lerig eller siltig sand, lerig eller siltig grus, lerig eller siltig sandmorän, lerig eller siltig grusmorän, lerig eller siltig morän, lera, lermorän
4	Mycket tjällyftande jordarter Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjältningsprocessen är stor. Klassen omfattar materialtyp 5A och 5B.	Silt, lerig silt, siltig lera, siltmorän, siltig lermorän, gyttjig lera, dyig silt



Figur 4.1
Indelning av Sverige i klimatzoner.

4.3 Trafiklast

Överbyggnaden dimensioneras framför allt med hänsyn till den förväntade trafiklasten som kommer belasta konstruktionen under dess livslängd. Trafikklassningssystemet beaktar endast vertikal belastning i form av axellast hos passerande fordon under konstruktionens förväntade livslängd. Det finns idag ingen metod att enkelt, beskriva horisontella belastningen från exempelvis svängande och vridande hjul. Avgörande för beläggningens förmåga att stå emot dessa krafter är; typ av marksten (t ex låssten), fog, läggningsmönster, mothåll (kantstöd) och eventuell friktion mot underlaget.

Det är mycket svårt att uppskatta den faktiska trafikbelastningen som genereras av det stora spektrum av fordon som trafikerar våra vägar. För att enklare bedöma trafikens belastning delas trafiken in i olika klasser. Varje trafikklass anger ett intervall av trafikbelastning under den tekniska livslängden (dimensioneringsperiod). Trafiklasten i respektive trafikklass beskrivs som antal ekvivalenta standardaxlar (N_{ekv}), där standardaxeln enligt Trafikverkets definition är en fiktiv axel på 100 kN. Antal standardaxlar i respektive trafikklass är alltså *inte* ett direkt mått på *antal* fordon som passerar. Definitionen av trafikklass utgår från trafiksituationen på statliga vägar där spårbundenheten är relativt hög. För kommunala ytor kan trafiksituationen ha ett helt annat spektrum och detta måste bedömas separat. Utspridd trafikbelastning sänker antalet ekvivalenta standardaxlar i respektive del av ytan. Däremot kan trafiken i t ex infarter eller angöringssektioner vara mycket spårbunden. Det är viktigt ur ekonomisk och miljömässig synvinkel att inte oreflekterat välja en högre trafikklass i brist på utförlig analys av trafiksituationen eller som kompensation för förväntade brister i utförande.

Här under beskrivs två metoder för beräkning av trafiklast. Använd gärna beräkningsverktyget på www.svenskmarkbetong.se för att enkelt göra en detaljerad analys av ditt projekt.

Trafikklassbestämning enligt Trafikverkets metod

Nedan visas en förenklad och anpassad version av Trafikverkets metod för beräkning av trafiklast. Beräkna antal ekvivalenta standardaxlar (N_{ekv}) under den tekniska livslängden genom prognos av trafiken under avsedd period, eller enligt tabell 4.3 nedan.

Tabell 4.3

Beräkning av antalet standardaxlar, N_{ekv}

$$N_{ekv} = \dot{A}DT_k \cdot A \cdot B \cdot 3,65 \cdot n \quad \text{om } k = 0$$

Eller:

$$N_{ekv} = \dot{A}DT_k \cdot A \cdot B \cdot 3,65 \cdot \left(1 + \frac{100}{k}\right) \left(\left(1 + \frac{k}{100}\right)^n - 1\right) \quad \text{om } k \neq 0$$

Där:

$$B = \sum_{i=1}^j \left(\frac{\text{axelvikt}_i}{\text{laglig vikt}_i} \right)^4$$

Där:

- $\dot{A}DT_k$ = årsmedeldygnstrafik
(genomsnittliga trafikflödet per dygn och körfält)
- A = andel tunga fordon i % (fordon med totalvikt över 3,5 ton)
- n = dimensioneringsperiod (normalt 20 år för nybyggnation)
- B = ekvivalent antal standardaxlar per tungt fordon
- j = aktuellt fordons antal axlar
- k = årlig trafikförändring i procent [%] (tunga fordon)

Laglig vikt definieras som:

Singelaxel: 10 ton, dubbel boggie: 18 ton, trippel boggie: 24 ton

Omräkningsfaktorn (B-faktorn) mellan aktuell axel och standardaxeln kan beräknas enligt den så kallade 4-potens-regeln. Den ger en uppfattning om relativ skadeverkan i förhållande till en standardaxel. B-faktorn för hela fordonet är summan av B-faktorn för fordonets alla axlar. B-faktorn kan behöva justeras ytterligare med hänsyn till vald referenshastighet, körfältsbredd och vägtyp. Denna justering är i första hand avsedd för det statliga vägnätet och är inte direkt tillämbart under urbana förhållanden.

Systemet med uppdelning i trafikklasser används inte längre av trafikverket men är vanligt i kommunal verksamhet. Många kommuner har även egen uppdelning i trafikklasser som inte helt motsvarar Trafikverkets ursprungliga uppdelning. Överbyggnadens trafikklass väljs med hjälp av tabell 4.4 och tabell 4.5 så att tillåtet antal standardaxlar är större eller lika med beräknat antal ekvivalenta standardaxlar (beräknat enligt tabell 4.3). Trafikklass 0 motsvarar en trafikyta med ytterst lite tung trafik, bara enstaka tunga fordon per dygn, t ex en gångfartsgata. För vägar som trafikeras av enstaka fordon med axellast mindre eller lika med 8 ton, t ex GC-vägar, används trafikklass GC i tabell 4.4. GC-vägar som trafikeras av enstaka tunga fordon med axellast över 8 ton, dimensioneras enligt trafikklass 0. För markstensbeläggningar med trafiklaster större än trafikklass 4 krävs särskild utredning och beräkning. För ytterligare information om markstensbeläggningar i trafikklass större än 4 hänvisas till *Markstensbeläggningar för industrier* (2006), samt respektive tillverkare.

Tabell 4.4
Indelning i trafikklasser.

Tillåtet antal standardaxlar ⁽¹⁾	Trafikklass	Traditionella/obundna konstruktioner ⁽³⁾		
		Plattor	Marksten halvförband	Marksten, låssten eller fiskbensförband
0	G			
0	GC			
< 50 000	0			
50 000 – 250 000	1a			
250 000 – 500 000	1b			
500 000 – 1 000 000	2			
1 000 000 – 2 500 000	3			
2 500 000 – 5 000 000	4			
>5 000 000	≥ 5 ⁽²⁾			Särskild utredning krävs

Lämpligt

Enl leverantörs anvisning

Ej lämpligt

(1) Per körfält

(2) Särskild utredning och beräkning krävs för markstensbeläggningar i trafikklass 5 och högre. Se vidare *Markstensbeläggningar för industrier* (2006).

(3) För konstruktioner med bitumenbundna bärlager kan plattor och marksten, efter utredning och enligt leverantörens anvisningar, användas i högre trafiklasser.

Tabell 4.5
Beskrivning av trafikklasser.

Tillåtet antal standardaxlar	Trafikklass	Beskrivning
0	G	Entrégång, uteplats, lekyltor, innergård utan trafik.
0	GC	Gång- och cykelväg, enstaka lätta fordon, garageinfart.
< 50 000	0	Lågtrafikerade ytor, som gång och cykelvägar eller parkeringsplatser. Ytorna kan även bära trafik från lättare varutransporter samt enstaka tunga fordon.
50 000 – 250 000	1a	Brandväg, torgyltor, gångfartsområde, gågator.
250 000 – 500 000	1b	Shared Space, mindre gator.
500 000 – 1 000 000	2	Gator, vägar.
1 000 000 – 2 500 000	3	Gator, vägar.
2 500 000 – 5 000 000	4	Gator, vägar.

Trafikklassbestämning enligt Svensk Markbetong – förenklad version

Det kan vara svårt att dela in trafiken som förekommer i urbana miljöer i rätt trafikklass. Därför presenteras här en vidareutveckling av Svensk Markbetongs förenklade trafikklassindelning. Denna förenkling kan användas t o m trafikklass 2. Det förekommer även många lägen med högre trafikklasser än 2, t ex genomfartsleder, bussgator m fl. I de fallen rekommenderar vi att trafikklassbestämningen utförs enligt Trafikverkets metod eller Svensk Markbetongs analysverktyg (www.svenskmarkbetong.se).

I stadsmiljö är övervägande delen av trafiken lätta fordon, d v s fordon med totalvikt under 3,5 ton. Sådan trafik bidrar endast i begränsat omfattning till överbyggnadens tillståndsutveckling (exempelvis spårbildning) jämfört med tyngre trafik. I den förenklade trafikklassbestämningen delas trafiken in i fordonsgrupper med ungefär samma totalvikt och axelkonfigurationer enligt tabell 4.6. Lämplig trafikklass väljs enligt tabell 4.7. Tabell 4.7 baserar sig på 20 års dimensioneringsperiod. Tillåtna total- och axellaster finns i Transportstyrelsens skrift *Lasta lagligt*.

Tabell 4.6

Fordonsgupper för förenklad trafikklassbestämning.



Fordonstyp 1: Lätt renhållningsfordon eller personbil.



Fordonstyp 2: Lätt varutransport.



Fordonstyp 3: Tvåaxlig lastbil med tvillingmonterade däck.



Fordonstyp 4: Stor buss eller tung lastbil och släp.



Tabell 4.7
Förenklad trafikklassindelning.

	Typfordon 1	Typfordon 2	Typfordon 3	Typfordon 4
Trafikklass	Max antal per dag			
G	10	0	0	0
G/C	100	10	0	0
0	1000	100	10	0
1a	1000	1000	50	0
1b	1000	1000	100	10
2	1000	1000	100	100

4.4 Val av konstruktion

Överbyggnader med markstensbeläggning som slitlager konstrueras vanligtvis med obundna bär- och förstärkningslager. Obunden överbyggnad är en miljövänlig och kostnadseffektiv konstruktion med lång livslängd som ger bra förutsättning för vattenavledning.

Om trafiksituationen medför att beläggningen utsätts för långsamtgående tunga fordon i samma hjulspår kan bundet bärlager (Ag) användas eftersom det fördröjer spårdjupsutvecklingen. Observera att en reduktion av förstärkningslagrets tjocklek därför inte är det primära målet, se tabell 4.8 och tabell 4.9.

Förutom minskad spårbildning ger bundet bärlager ett stabilt fundament för beläggningen. Därigenom minskar risken för att plattor och stenar med tiden flyttar på sig. Plattor och stenar som hamnat ur position skadas lättare av trafik, DoU-fordon och genom betongkontakt. Bundna bärlager gör det däremot svårare att säkerställa avvattningen av konstruktionen och förhindra stående vatten i sättmaterialet. Därför ska alltid dränerande sättmaterial användas enligt denna handbok eller *AMA Anläggning DCG/1*, dock tidigast utgåva 20. Av samma skäl ska bärlagerytans lutning ha samma lutning som slitlagrets lutning och avstånd till dagvattenbrunnar säkerställas. Om bundet bärlager har använts som underlag för byggtrafik innan beläggningen av betongmarkplattor eller betongmarksten färdigställs, ska ytans tvärfall och/eller lutning noga kontrolleras innan slutförandet så att avrinningen kan säkerställas. Obundet bärlager bör alltid övervägas vid torgytor med dåliga fall och med endast ett fåtal dagvattenbrunnar dit dagvattnet kan ledas. Även ytor som är helt eller delvis omgivna av ytor i en högre nivå, och som i praktiken då blir tillrinningsytor, bör anläggas med obundna bärlager. Även i omedelbar närhet till stadsträd bör bundna bärlager undvikas. Bundna bärlager utförs enligt *AMA Anläggning* som ger vidare referenser till Trafikverkets tekniska krav för vägkonstruktion.

4.5 Konstruktiv utformning – Marksten

För överslagsdimensionering med trafikklassbestämning enligt avsnitt 4.3 kan följande dimensioneringsgång användas. För en mera utförlig beräkning av samtliga typer av konstruktioner kan beräkningsprogrammen på Svensk Markbetongs hemsida (www.svenskmarkbetong.se) användas.

Överbyggnad med marksten dimensioneras enligt figur 4.2, samt tabell 4.8 eller tabell 4.9. Om beräknad förstärkningslagertjocklek understiger 200 mm utgår det och ersätts med bärlagermaterial så att rätt total tjocklek uppnås. Obundet bärlager skall alltid vara 80 mm och bundet bärlager minst 55 mm.

Arbetsgång

Punkt 1–6 gäller dimensionering med hänsyn till bärighet, punkt 7 gäller justering med avseende på materialtyp och punkt 8–9 justering för eventuell tjälfarlighet.

1. Bestäm trafiklast och trafikklass enligt avsnitt 4.3.
Dimensionering enligt Svensk Markbetongs förenklade metod gäller t o m trafikklass 2.
2. Fastställ materialtyp i terrassen enligt tabell 4.1.
3. Välj typkonstruktion enligt avsnitt 4.4 och figur 4.2.
4. Trafikklassen, typkonstruktion samt uppgifter om trafiksituationen för ytan ger den information som möjliggör val av marksten med hänsyn till format (längd, bredd och tjocklek) och form. Detta har tillsammans med läggningsmönstret betydelse för beläggningens stabilitet och lastfördelande egenskaper. Varje tillverkare tillhandahåller information om vilken trafikklass respektive produkt är lämpad för.
5. Överbyggnaden och de olika materiallagrens tjocklek framgår av tabell 4.8 för obundna överbyggnader och tabell 4.9 för överbyggnad med bundet bärlager.
6. Överbyggnadstjockleken är i tabell 4.8 och tabell 4.9 beräknad med 80 mm marksten för trafikklass 1 till 4. Om en annan tjocklek används ska den totala överbyggnadstjockleken justeras enligt tabell 4.10. Om t ex 60 mm tjock sten används för trafikklass 1, ska förstärkningslagrets tjocklek ökas med 50 mm. Om däremot 100 mm tjock sten används, kan förstärkningslagrets tjocklek minskas med 35 mm. Varje tillverkare tillhandahåller information om vilken trafikklass respektive produkt är lämpad för.
7. Av naturresursskäl ska krossat material eftersträvas. Om okrossat material ska användas istället för krossat material ska förstärkningslagrets tjocklek justeras enligt tabell 4.11. Även återvunnen krossad betong kan användas som förstärkningslager och likställs normalt med krossat stenmaterial. Som bärlager får krossad betong endast användas till gång- och cykelvägar.

I områden där dimensionering görs med hänsyn till tjällyftning, ska detta även göras för markstensöverbyggnader. Punkt 8–10 gäller dimensionering med hänsyn till tjällyftning.

8. Bestäm tjälfarlighetsklass enligt tabell 4.2 och klimatzon enligt figur 4.1.
9. Kontrollera den totala överbyggnadstjockleken med hänsyn till tjällyftning enligt tabell 4.12.
10. Överbyggnadstjocklek har nu räknats fram med hänsyn till bärrighet (punkt 1–7) och tjällyftning (punkt 8–10). Största tjocklek är dimensionerande och ska väljas.

Vanligtvis används tjocklekarna 60 mm för trafikklass 0 och 80 mm för trafikklass 1–4. Vid särskilda omständigheter, t ex spårbundna bussgator, svängande bromsande trafik eller höga punktlaster etc. rekommenderas 100 mm tjock sten. Varje markbetongtillverkare har uppgift om vilken trafikmängd respektive produkt är lämpad för.

Eventuell justering av förstärkningslagrets tjocklek med hänsyn till produktens tjocklek görs enligt tabell 4.10. Om beräknad tjocklek på förstärkningslagret understiger 200 mm utgår det och ersätts med obundet bärlagermaterial så rätt totaltjocklek uppnås. Obundet bärlager skall alltid vara minst 80 mm.

Tabell 4.8

Markstensöverbyggnad på obundet bärlager, samtliga klimatzoner, mått i mm.

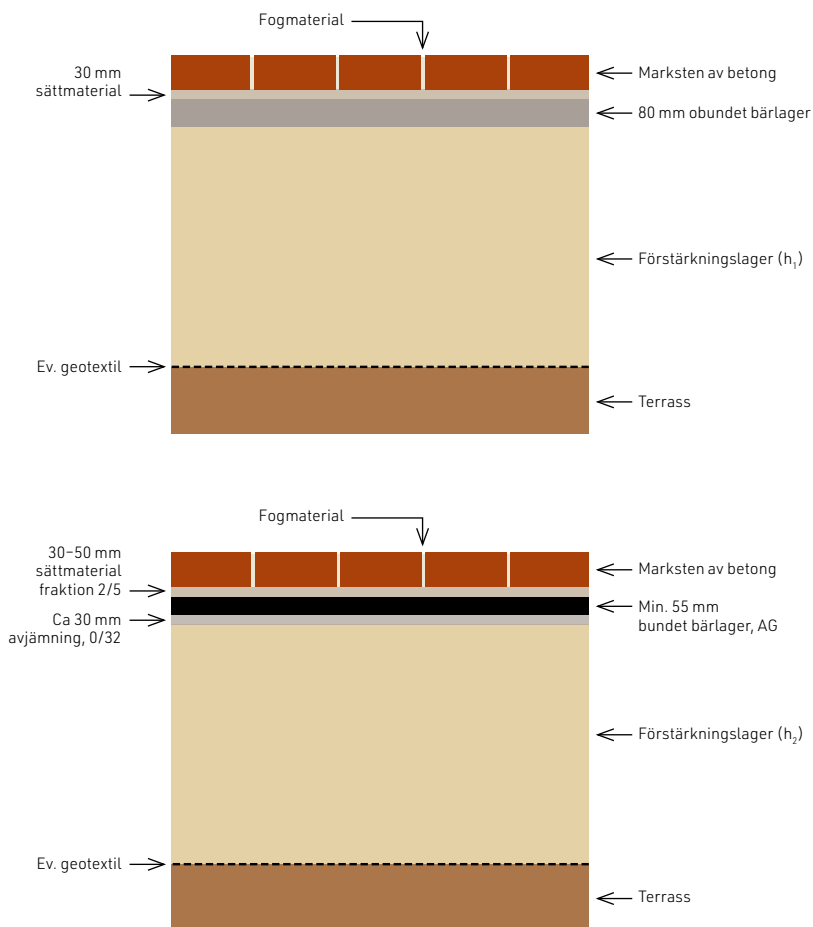
Klimatzon 1-5, krossat material i förstärkningslagret									
Trafik	Tillåtet antal standardaxlar	0	0	< 50 000	50 000 – 250 000	250 000 – 500 000	500 000 – 1 000 000	1 000 000 – 2 500 000	2 500 000 – 5 000 000
	Trafikklass	G	GC	0	1a	1b	2	3	4
Överbyggnad	Tjocklek (mm)								
	Marksten ⁽¹⁾	40	50	60	80	80	80	80	80
	Sättningslager	30	30	30	30	30	30	30	30
	Obundet bärlager	80	80	80	80	80	80	80	80
	Förstärkningslagertjocklek (h_1) på terrass av materialtyp 1-5 ⁽²⁾	1	0	0	0	70	70	100	190
		2	0	70	110	110	150	210	290
		3	80	70	120	150	240	290	350
		4	100	70	120	160	270	330	410
		5	140	170	220	270	400	460	580

(1) Marksten i trafikklass 0-4 bör väljas i samråd med leverantör och lämpligt format beaktas. Om annan tjocklek på sten används i trafikklass 1-4, ska den totala överbyggnadstjockleken justeras enligt tabell 4.10. Vid särskilda omständigheter rekommenderas 100 mm marksten i trafikklass 3 och 4.

(2) Om tjocklek på förstärkningslager understiger 200 mm utgår detta och ersätts med bärlagermaterial så att rätt totaltjocklek uppnås.

Figur 4.2

Överbyggnad med slitlager av betongmarksten på obundet eller bundet bärlager.



Tabell 4.9

Markstensöverbyggnad på bundet bärlager av AG,
samtliga klimatzoner, mått i mm.

Klimatzon 1-5, krossat material i förstärkningslagret									
Trafik	Tillåtet antal standardaxlar	0	0	< 50 000	50 000 – 250 000	250 000 – 500 000	500 000 – 1 000 000	1 000 000 – 2 500 000	2 500 000 – 5 000 000
	Trafikklass	G	GC	0	1a	1b	2	3	4
Överbyggnad	Tjocklek (mm)								
	Marksten ⁽¹⁾	40	50	60	80	80	80	80	80
	Sättningslager	30	30	30	30	30	30	30	30
	Bundet bärlager, Ag	55	55	55	55	55	55	55	55
	Förstärkningslagertjocklek (h_z) på terrass av materialtyp 1-5 ⁽²⁾	1	– ⁽³⁾	– ⁽³⁾	– ⁽³⁾	70	70	70	160
		2	– ⁽³⁾	70	70	80	120	180	260
		3	70	70	70	120	210	260	320
		4	70	70	70	130	240	300	380
		5	110	140	140	240	370	430	550

(1) Marksten i trafikklass 0-4 bör väljas i samråd med leverantör och lämpligt format beaktas. Om annan tjocklek på sten används i trafikklass 1-4, ska den totala överbyggnadstjockleken justeras enligt tabell 510. Vid särskilda omständigheter rekommenderas 100 mm marksten i trafikklass 3 och 4.

(2) Vid utläggning av bundet bärlager på förstärkningslager i fraktionen 0/90 bör ytan först avjämnas med ca 30 mm material i fraktionen 0/32. Om tjocklek på förstärkningslager understiger 200 mm utgår detta och ersätts med bärlagermaterial så att rätt totaltjocklek uppnås.

(3) Obunden överbyggnad rekommenderas.

Tabell 4.10

Justering av förstärkningslagrets tjocklek vid annat val av markstenstjocklek än 80 mm (trafikklass 1–4).

Justering av förstärkningslagrets tjocklek						
Markstenens tjocklek [mm]	50	60	70	80	100	120
Justering av förstärkningslagrets tjocklek [mm]	+80	+50	+30	0	-35	-70

Tabell 4.11

Justering av förstärkningslagrets tjocklek om det krossade stenmaterialet ersätts av okrossat stenmaterial.

Materialtyp i terrass	Om okrossat stenmaterial används skall förstärkningslagrets tjocklek <u>ökas</u> med
2 och 3	25 %
4 och 5	40 %

Tabell 4.12

Total överbyggnadstjocklek (mm) med hänsyn till tjällyftning i samtliga trafikklasser.

Samtliga trafikklasser	Klimatzon					
		1	2	3	4	5
Tjälfarlighetsklass	3	-	-	200	375	1150
	4	-	-	545	1000	1250

Redovisning

I handlingar som beskriver överbyggnad ska följande anges:

1. Trafikbelastning i form av ekvivalent antal standardaxlar, samt hur prognosen tagits fram för dessa över avsedd teknisk livslängd (dimensioneringsperiod).
2. Klimatzon.
3. Materialtyper och tjälfarlighetsklasser i vägområdet.
4. Typ av överbyggnadskonstruktion (obunden eller bunden konstruktion).
5. Måttfatt överbyggnadskonstruktion med mått för marksten, sättlager, bärlager och förstärkningslager.
6. Mönster, typ, färg samt dimensioner på marksten och plattor.
7. Typ av kantstöd och hur dessa skall förankras.
8. Hur anslutningar skall lösas.
9. Hur egenkontroll ska genomföras och redovisas.
10. Krav på jämnhet och kontroll.
11. Krav på drift och underhåll.

4.6 Konstruktiv utformning – Plattor

För överslagsdimensionering med trafikklassbestämning enligt avsnitt 4.3 kan följande dimensioneringsgång användas. För en mer utförlig beräkning av alla typer av konstruktioner kan beräkningsprogrammen på Svensk Markbetongs hemsida (www.svenskmarkbetong.se) användas.

Dimensioneringen av plattläggningar baseras i hög grad på plattornas dimension och hållfasthet samt enstaka överlaster. Vid högre trafikbelastning har även den ackumulerade belastningen betydelse.

Enstaka överlaster utgörs av tunga fordon (fordonstyp 3 och 4 enligt tabell 4.6) på lågt trafikerade ytor, som endast är avsedda för gång- och cykeltrafik, samt lättare fordon. Ackumulerad last utgörs av upprepad normal trafikerings.

Överbyggnad med plattor dimensioneras enligt figur 4.3 nedan samt tabell 4.13 eller tabell 4.14. Om beräknad förstärkningslagertjocklek understiger 200 mm utgår det och ersätts med bärlagermaterial så att rätt total tjocklek uppnås. Obundet bärlager ska alltid vara 80 mm och bundet bärlager 55 mm.

Arbetsgång

Punkt 1–5 gäller dimensionering med hänsyn till bärlighet och punkt 5–6 gäller dimensionering med hänsyn till tjällyftning.

1. Bestäm trafiklast och trafikklass enligt avsnitt 4.3. Plattor används normalt upp till trafikklass 1a enligt anvisningar från leverantören.
2. Fastställ materialtyp i terrassen enligt tabell 4.1.
3. Välj typkonstruktion enligt avsnitt 4.4 och figur 4.3.
4. Plattans format och form har, tillsammans med läggningssmönstret, betydelse för beläggningens stabilitet och lastfördelande egenskaper. Varje tillverkare tillhandahåller information om vilken trafikklass respektive produkt är lämpad för.
5. Överbyggnadens och de olika materiallagrens tjocklek framgår av tabell 4.13 för obundna överbyggnader och tabell 4.14 för överbyggnad med bundet bärlager.

I områden där dimensionering görs med hänsyn till tjällyftning, ska detta göras även för plattöverbyggnader. Punkt 6–7 gäller dimensionering med hänsyn till tjällyftning.

6. Bestäm tjälfarlighetsklass enligt tabell 4.2 och klimatzon enligt figur 4.1.
7. Kontrollera den totala överbyggnadstjockleken med hänsyn till tjällyftning enligt tabell 4.12.
8. Överbyggnadstjocklek har nu räknats fram med hänsyn till bärlighet (punkt 1–5) och tjällyftning (punkt 6–7). Största tjocklek är dimensionerande och ska väljas.

Tabell 4.13

Lagertjocklekar för överbyggnader belagda med betongmarkplattor och obundet bärlager. Mått i mm.

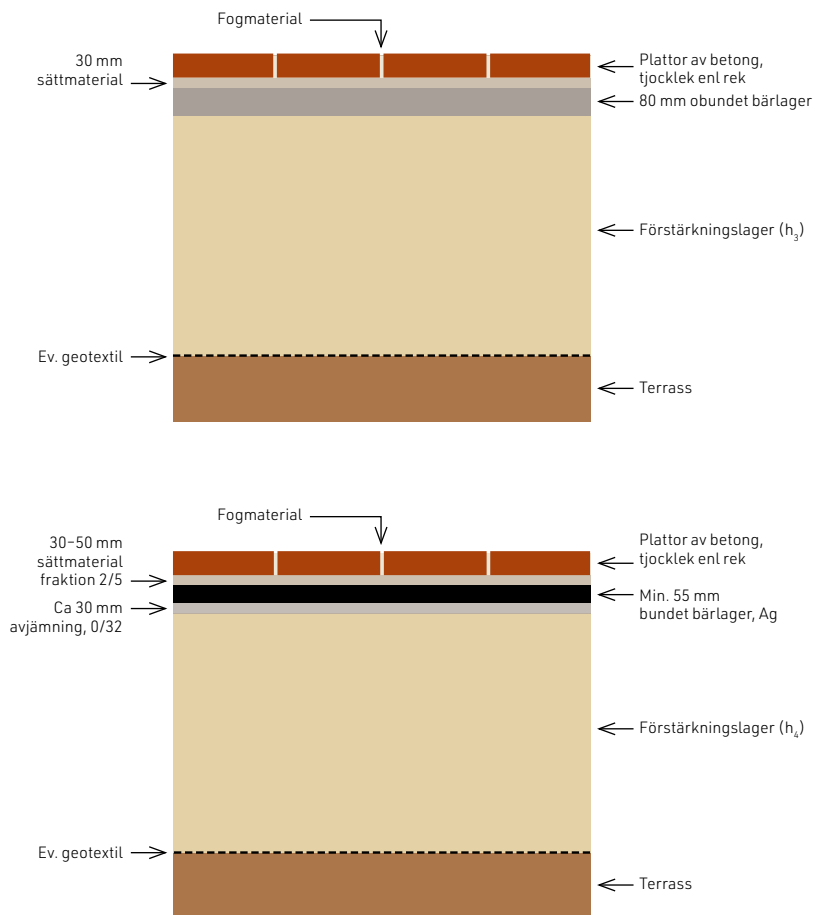
Klimatzon 1-5, krossat material i förstärkningslagret					
Trafik	Tillåtet antal standardaxlar	0	0	< 50 000	50 000 – 250 000
	Trafikklass	G	GC	0	1a
Överbyggnad	Tjocklek (mm)				
	Plattor ⁽¹⁾	enl rek	enl rek	enl rek	enl rek
	Sättlager	30	30	30	30
	Obundet bärlager	80	80	80	80
	Förstärkningslagertjocklek (h_3) på terrass av materialtyp 1-5 ⁽²⁾	1	0	40	60
		2	0	90	130
		3	80	90	130
		4	100	100	240
		5	140	190	330

(1) Plattor i de olika trafikklasserna måste väljas enligt leverantörens rekommendationer.

(2) Om tjocklek på förstärkningslager understiger 200 mm utgår detta och ersätts med bärlagermaterial så att rätt totaltjocklek uppnås.

Figur 4.3

Överbyggnad med slitlager av betongmarkplattor och obundet eller bundet bärlager.



Tabell 4.14

Plattöverbyggnad på bundet bärlager av AG,
samtliga klimatzoner, mått i mm.

Klimatzon 1-5, krossat material i förstärkningslagret					
Trafik	Tillåtet antal standardaxlar	0	0	< 50 000	50 000 - 250 000
	Trafikklass	G	GC	0	1a
Överbyggnad	Tjocklek (mm)				
	Plattor ⁽¹⁾	enl rek	enl rek	enl rek	enl rek
	Sättningslager	30	30	30	30
	Bundet bärlager, Ag	55	55	55	55
	Förstärkningslagertjocklek (h_4) på terrass av materialtyp 1-5 ⁽²⁾	1	- (3)	- (3)	80
		2	- (3)	70	100
		3	70	70	100
		4	70	70	210
		5	110	160	300

(1) Plattor i de olika trafikklasserna måste väljas enligt leverantörens rekommendationer.

(2) Vid utläggning av bundet bärlager på förstärkningslager i fraktionen 0/90 bör ytan först avjämnas med ca 30 mm material i fraktionen 0/32. Om tjocklek på förstärkningslager understiger 200 mm utgår detta och ersätts med bärlagermaterial så att rätt totaltjocklek uppnås.

(3) Obunden överbyggnad rekommenderas.

Redovisning

I handlingar som beskriver överbyggnad ska följande anges:

1. Trafikbelastning i form av ekvivalent antal standardaxlar under den tekniska livslängden (dimensioneringsperiod) och hur prognosen tagits fram.
2. Klimatzon.
3. Materialtyper och tjälfarlighetsklasser i vägområdet.
4. Typ av överbyggnadskonstruktion (obunden eller bunden konstruktion).
5. Mått satt överbyggnadskonstruktion med mått för betongmarkplattor, sättlager, bärlager och förstärkningslager.
6. Mönster, typ, färg och dimensioner på marksten och plattor.
7. Typ av kantstöd och hur dessa ska förankras.
8. Hur anslutningar ska lösas.
9. Hur egenkontroll ska genomföras och redovisas.
10. Krav på jämnhet och kontroll.
11. Krav på drift och underhåll.





5. Utförande

Utförande sker enligt projektspecifika anvisningar och de krav på material, packning, lutningar, toleranser, utspetsning mm som anges i gällande *AMA Anläggning* och i Trafikverkets olika kravdokument. Kraven på markbeläggningar och dess överbyggnad beror på typ av belastning, t ex trafikklass, trafikmönster, inbromsning/acceleration, svängande fordon etc. Beläggningen låses in med hjälp av stabila kantstöd, lämpliga läggningsmönster och välfyllda fogar.

5.1 Överbyggnaden

Förstärkningslagret vilar på terrassen och ska vara jämntjockt. Använd fiberduk för att förhindra materialvandring från förstärkningslagret till terrassen.

Bärlagret ligger ovanför förstärkningslagret och kan vara obundet eller bundet. När obundet bärlager används är det viktigt att undvika materialvandring från sättlager till bärlager. Om det obundna bärlagret behöver finjusteras för att undvika materialvandring mellan sätt- och bärlager så ska det göras med bergkross, fraktion 0/16 mm. Mängden finmaterial/filler i 0/16 mm får dock inte överstiga bärlagrets mängd av finmaterial, eftersom det kan göra att vatten blir stående i konstruktionen. Detsamma gäller om det obundna bärlagret ska finjusteras i höjddled för att undvika att sättlagret används som ett utjämningslager, istället för ett avjämningslager. Svensk Markbetong rekommenderar att besiktning ska utföras när bärlagret är utlagt och packat. Då kontrolleras bl a bärlagrets nivå, jämnhet och packningsgrad. Svensk Markbetong rekommenderar att det på trafikerade ytor utförs statiska plattbelastningsförsök för bärighetskontroll.

5.2 Utläggning sättlager

Marksten och plattor ska läggas i 30 mm sättlager färdigpackad tjocklek (30–50 mm vid bundet bärlager). Vid trafikerade ytor ställs högre krav på sättlagrets tjocklek. Sättlager har normalt låg bärighet och ska inte användas som ett utjämningslager för att justera höjdskillnader bärlagret. Risken för spårbildning och sättningar ökar om sättlagret är för tjockt eller varierar i tjocklek. Sättlagret dras av och packas lätt med vibrerande maskin, en överfart. Sättlagret behöver inte packas om det läggs med makadam 2/4 mm eller 2/5 mm. Om sättlagret läggs med asfaltläggare behöver det inte packas eftersom tillräcklig vibrering sker vid läggningen. Används makadam 2/4 mm eller 2/5 mm ska marksten/plattor innan eftervibrering läggas 15 mm över slutlig nivå. Stenmjöl med hög andel filler tenderar att fungera som en svamp och är därför olämpligt som sättlager. Vatten får inte bli stående i konstruktionen. Runt brunnar ska extra noggrann packning utföras för att undvika lokala sättningar. Ett sätt att förhindra lokala sättningar är understoppning med t ex AG (asfaltgrus).

5.3 Läggning, fogning och eftervibrering

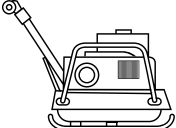
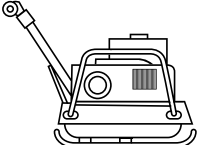
Marksten och plattor läggs med 2–5 mm bred fog. De justeras för att hålla rätt fogbredd och för att linjer i förbandsläggning ska harmonisera. Den färdiga beläggningens bärighet är beroende av rätt fogbredd. Efter färdig läggning fylls fogarna. Ytan ska inte fordonsbelastas innan fogarna är helt fyllda med fogmaterial och ytan har eftervibrerats. Fogmaterialet ska om möjligt läggas ut och fogas torrt. Om inte det går kan fogarna fyllas genom att vattna ner fogmaterialet.

Fogmaterial ska följa rekommenderad kornkurva enligt avsnitt 3.1. Efter fogning sopas ytan ren och eftervibreras med vibratorplatta eller liknande. Eftervibreringen jämnar ut och stabiliserar beläggningen samtidigt som det packar fogmaterialet. Fogen ska vara väl fylld. Detta innebär att ytan kan behöva fogas upprepade gånger.

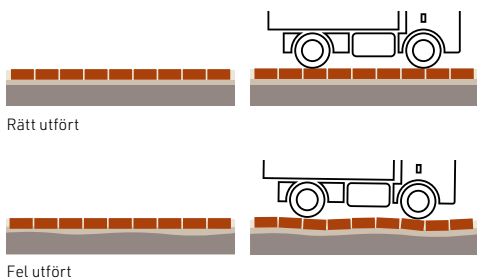
Packningsutrustningen får inte påverka ytans utseende. Vibratorplattor kan behöva förses med gummiduk. Beläggning med tunna betongmarkplattor (< 60 mm) bör maskinpackas med försiktighet. Om möjligt låt överblivet fogmaterial (efter sista packning) ligga kvar på ytan. Fogmaterialet kommer då med tiden tränga ned i fogarna och ytterligare stabilisera beläggningen.

Lämpliga maskiner vid vibrering av beläggningen, med hänsyn till dess tjocklek, är:

- 60 mm sten – vibreringsmaskiner med en tjänstevikt på ca 130 kg och centrifugalkraft på ca 18–20 kN.
- 80 mm sten – vibreringsmaskiner med en tjänstevikt på ca 170–200 kg och centrifugalkraft på ca 20–30 kN.
- 100 mm sten och mer – vibreringsmaskiner med en tjänstevikt på 200–600 kg och centrifugalkraft på ca 30–60 kN.

Ca tjänstevikt	Tjocklek på sten
 130 kg	 60 mm
 170–200 kg	 80 mm
 200–600 kg	 ≥ 100 mm

Fogen är en väsentlig del av beläggningen. För att den ska behålla sin stabilitet är det viktigt att den är fylld under hela brukstiden. Därför är det viktigt att ha en bra DoU-plan. Kontrollera jämnheten i längs- och tvärled enligt anvisningar i gällande *AMA Anläggning*. Beläggningssytan ska ha 6 mm jämnhetstolerans som största tillåtna avvikelse mätt med 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning. Betongmarkplattor eller betongmarksten ska ligga i nivå med varandra. Tillåten nivåskillnad vid enstaka fogar är ≤ 5 mm. Beakta att vid användning av skarpkantade betongmarkplattor eller betongmarksten kan tillåten nivåskillnad behöva avvika från *AMA*.



Ett ojämnt eller för tjockt sättningslager ska alltid undvikas då det oftast ger sättningar eller spårbildningar efter en relativt kort tids belastning.

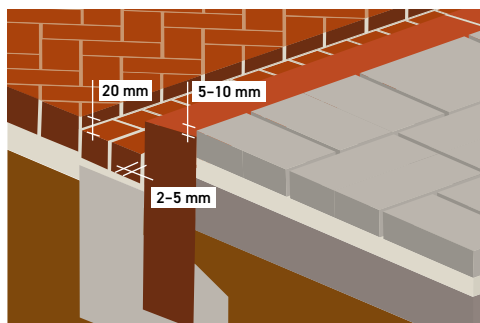


Efter avslutad vibrering fogas beläggningen riktigt.

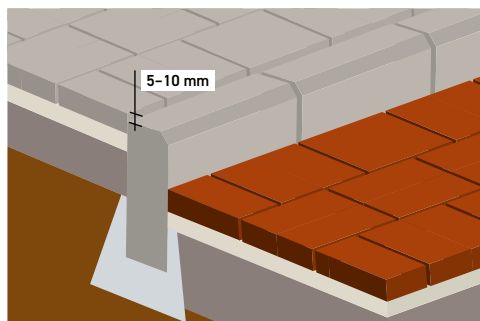


5.4 Kantstöd och inspänningar

För att förhindra fogförskjutningar i beläggning där fordon bromsar, accelererar eller svänger ska ytan spännas in. Inspänningarna är viktiga för att ge markstensbeläggningar en lång livslängd. Används granitkantstöd som inspänning av ytan bör det även sättas en eller två rader smågatsten. Detta för att eftersträva rak kapning och lika stor fogbredd mot anslutningen. Mot angränsande grönytor bör alltid beläggningen spännas in enligt principritning nedan. Vid tungt belastade ytor ska kantstöden förankras väl i ex betong, på alla sidor



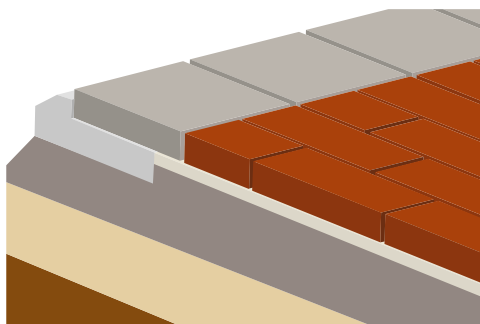
Rännalens höjdnivå är lägre än körbanans nivå för att undvika vattensamling på körytan. Notera hur både rännal och kantstöd är väl förankrade i betong.



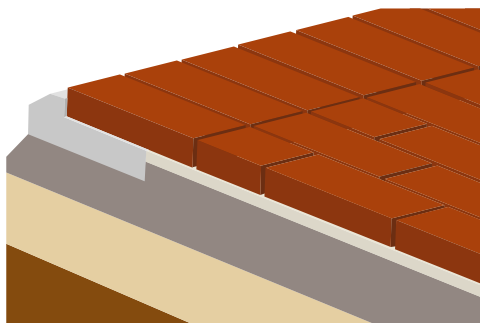
Kantstödet bör ligga några mm lägre än plattorna på gångbanan för att undvika vattensamling och underlätta vattenavrinning från plattbeläggningen. Kantstödet är satt i betong.

om beläggningen. Kantstödet och närliggande ytor bör sättas så att de underlättar vattenavrinning. För att förhindra att underliggande sättlager och bärlager rinner ut i fogarna mellan kantstöden/kantstenen bör fogarna tätas på insidan med ”lappar” av fiberduk.

Vid lättare belastning kan kantstödet i en beläggning i stället bestå av ett kantblock, en betongmarkplatta eller en större betongmarksten. Minska risken att yttersta stenen eller plattan blir instabil genom att sätta även den i betong eller cementbundet grus enligt typritning nedan. Mot kantstöd och inspänning ska fog vara 2–5 mm.



Vid lätt belastning kan yttersta raden bestå av plattor. Med fördel sätts dessa i betong eller cementbundet grus.



För en GC-väg kan t ex yttersta raden bestå av markstenar. Med fördel sätts dessa i betong eller cementbundet grus.

5.5 Maskinläggning av betongmarksten

För att underlättaläggning av betongmarksten och betongmarkplattor finns en rad olika läggningshjälpmedel att tillgå. Dessa hjälpmedel förhindrar belastningsskador hos läggningsspersonalen, och ökar produktiviteten i läggningsarbetet. Vid projektering av större markstensbeläggningar bör maskinläggning eftersträvas eftersom det är billigare och ger en bättre arbetsmiljö. Vid maskinell läggning av marksten läggs ett helt lager av markstenen på plats samtidigt (ca 1 m²). Ytans måttsättning bör anpassas efter lagrets modulmått, speciellt när låsbara markstenar används. En gatas breddmått bör om möjligt anpassas efter lagrets breddmått så att kapningar undviks. Detta ger en effektiv läggning och hållbar yta.

Används låsbara marksten bör kapningar minimeras eftersom det är svårt att erhålla 1/3 av stenens ursprungliga storlek. Vid utläggning för hand finns enkla manuella lyfthjälpmedel. Det finns även hjälpmedel för att maskinellt lägga ut och dra av sättmaterial och fördela fogmaterial jämnt över ytan. Vid maskinell läggning sker all inpassning mot brunnar o dyl för hand.



Maskinen arbetar med modulmått och lyfter och lägger en modul i taget. Fogning sker direkt efter läggning.



Maskinell fogning.



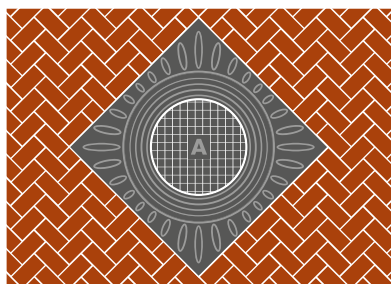
Enkelt lyfthandtag
med justerbart bredd.



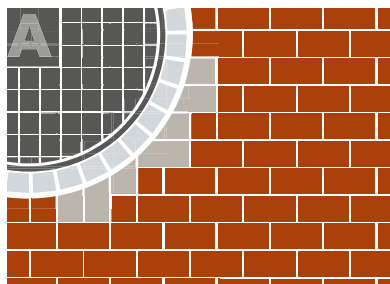
Läggmaskin med vakuumsug.

5.6 Måttanpassning, kapning

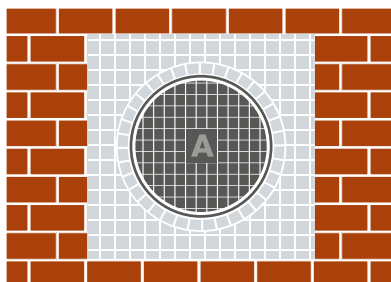
Det är viktigt att planera en markstens-/plattläggning noga för att kunna arbeta effektivt. Kapning bör undvikas. De kompletteringsdetaljer som markbetongtillverkarna erbjuder bör användas i så stor utsträckning som möjligt. Raka passbitar ska maskinklippas eller kapas med kapmaskin. Mot stolpar, brunnar, markutrustning, fasader, kantsten och liknande ska beläggningen passas med den metod som passar bäst för ändamålet, t ex passramar, gatsten, kapning av plattor/marksten, eller kringgjutning med betong. Kapade bitar mindre än 1/3 av den ursprungliga storleken på betongmarkplattan eller markstenen får inte användas.



Kvadratisk passram av gjutjärn.

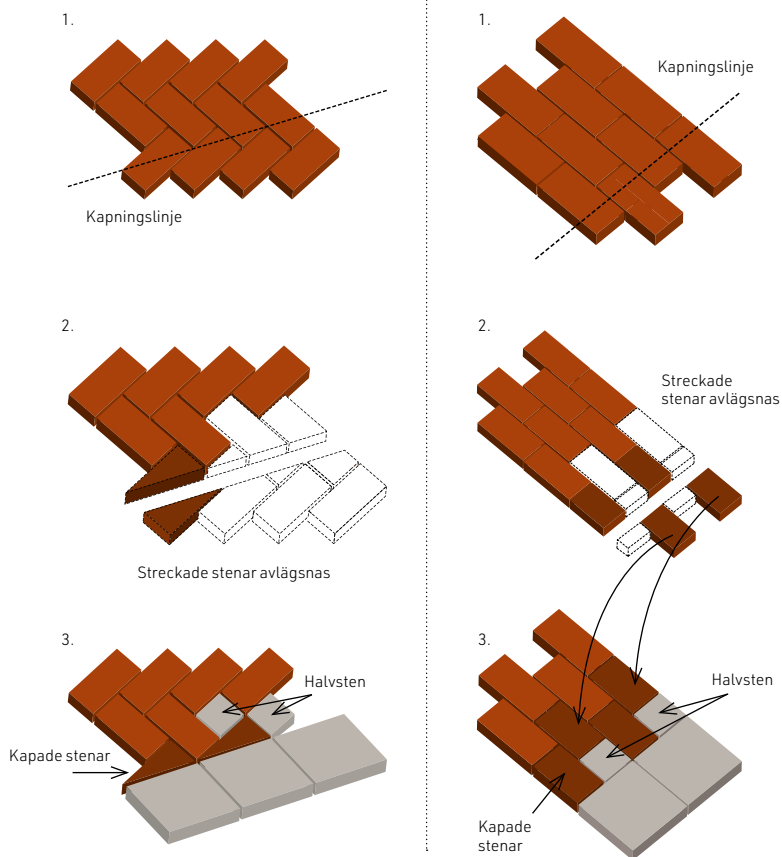


Bra lösning på anslutning till brunn.



Genom att använda mindre stenar som läggs med kvadratisk yttermått har kapningar av ytans rektangulära stenar undvikits. I stället används halvstenar.

Om kapning ändå måste göras så sker kantning med marksten eller platta. Det innebär att yttersta raden endast består av hela stenar/plattor. Om den eftersträvade ytan kräver en kortare sten, kapas istället två stenar.



Förslag på kapningar.

5.7 Beläggning på täta underlag

När plattor och marksten läggs på asfalt- eller cementbundet bärlager, betongbjälklag eller annat tätt underlag är det viktigt att säkerställa avrinningen. Annars kan vatten bli stående i konstruktionen. Varje enskilt lager ska ha ett fall på minst 2,5 procent och dräneringen ska vara säkerställd. I trånga utrymmen kan 2,5 procents lutning vara svårt att uppnå och då kan mindre lutning accepteras (se vidare avsnitt 3.2). Till skillnad från obundet bärlager används 30–50 mm färdigpackat sättmaterial, krossat 2/4 eller 2/5 enligt avsnitt 3.1.

5.8 Idrifttagande av beläggningen

Beläggningen ska vara helt färdig innan den tas i bruk. Den ska ha packats med vibratorplatta eller motsvarande packningsmaskin och alla fogar ska ha efterfyllts med fogmaterial.

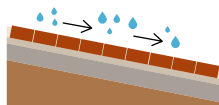
Under beläggningens första två år ska fogfyllningen kontrolleras och kompletteras regelbundet vilket säkerställer lång livslängd. Detta är en vital åtgärd för att garantera en väl fungerande beläggning och bör skrivas in i drift- och underhållsplan.

5.9 Att tänka på

Beläggningen ska vara helt färdig innan den tas i bruk. Den ska ha packats med vibratorplatta.



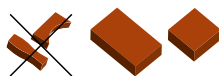
Väl förankrade kantstöd. En inspänd beläggning med väl fyllda 2–5 mm fogar eliminerar risken för att skador uppstår när beläggningen utsätts för trafiklaster.



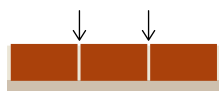
En effektiv vattenavrinning minskar risken för att kvarstående vatten i konstruktionen försämrar dess bärighet. Hela överbyggnaden utförs med ett fall på mer än 2,5 procent och avrinning ordnas mot lågpunkter i form av brunnar, dräneringar, diken m m.



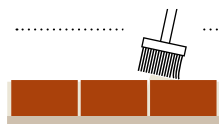
Hela ytan ska vara inspänd.



Inga småbitar, alltid större än 1/3-sten. Om kapade stenar används ska den intilliggande raden alltid bestå av hela stenar/plattor. En kapad sten/platta bör inte vara kortare än 1/3 av normalstenens längd.



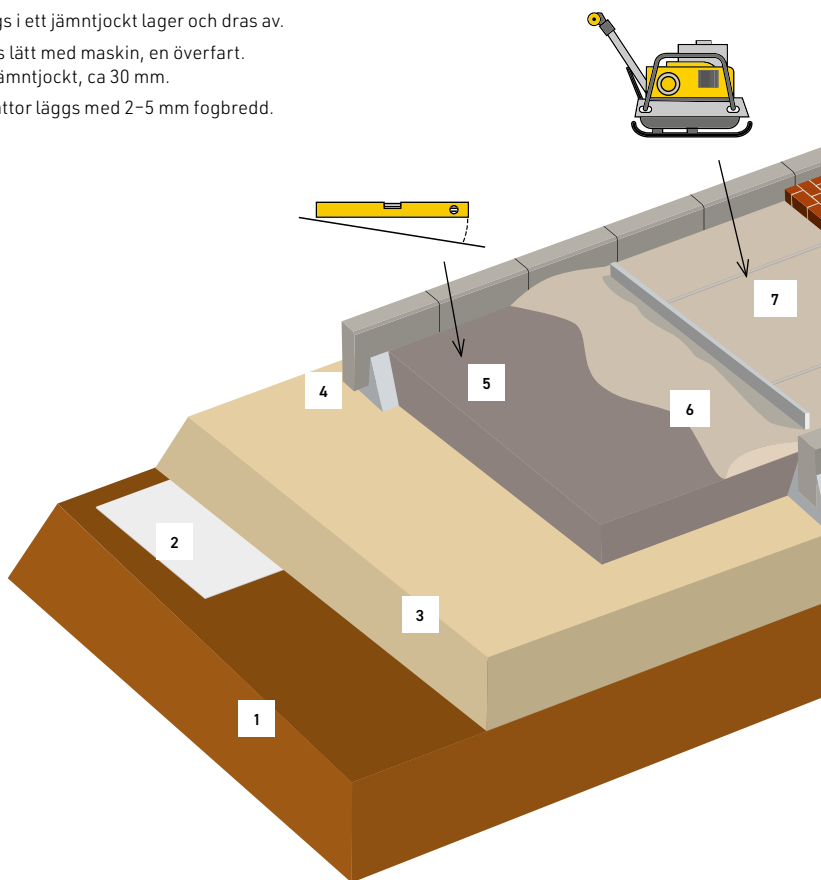
Fogar 2–5 mm, helt fyllda. Fogmaterial skall ha kontinuerlig gradering, och följa rekommenderad kornkurva. Torra fogmaterial tränger lättare ner i fogen. Fogarna fylls omgående med fogmaterial och efter hand under hela arbetets fortskridande för att ytan ska kunna belastas av arbetsfordon. Fogarna efterfylls vid behov tills fogfyllningen blivit stabil.

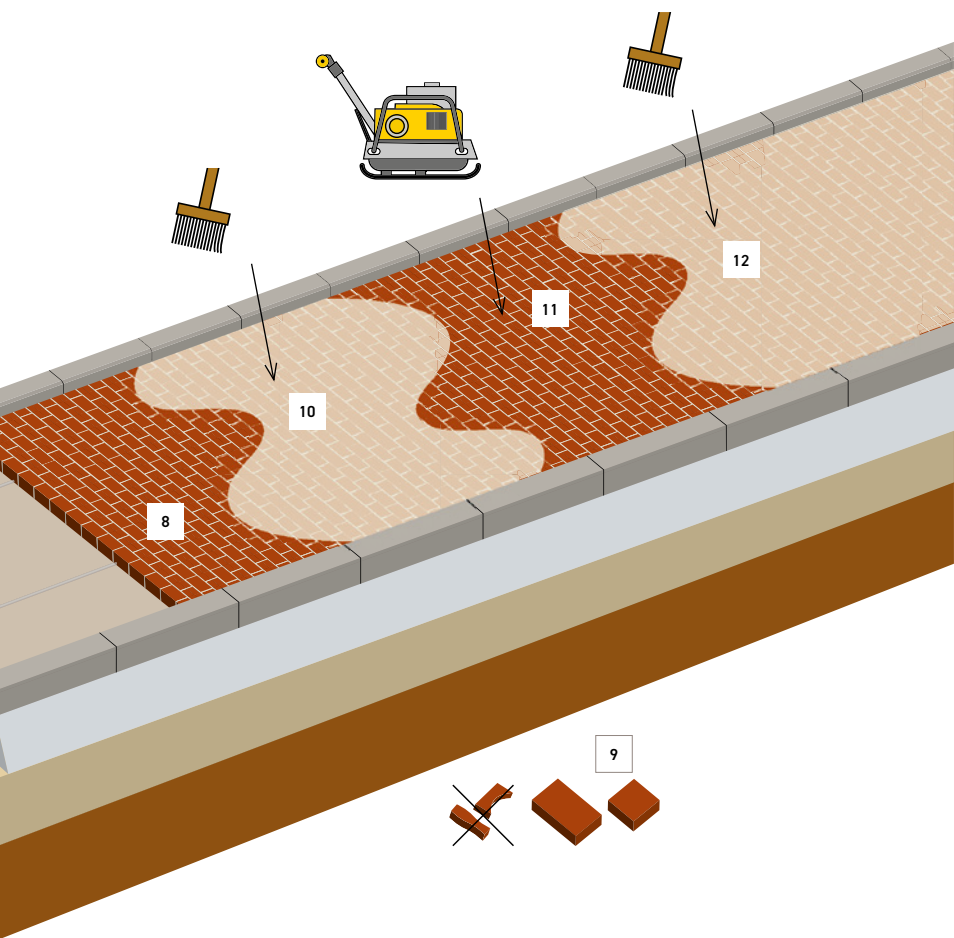


Alltid fyllda fogar. Komplettera omgående med fogmaterial om fogarna ej är helt fylld.

5.10 Arbetsgång

1. Terrassen som består av naturliga jord- och bergmassor, ska vara väl avjämnad.
2. Om risk för materialvandring finns, läggs en geotextil på terrassen.
3. Förstärkningslagret läggs ut och packas enligt anvisningar i AMA Anläggning.
4. Kantstöden förankras väl genom att de sätts i betong (efter att utlagt provskift visat färdig vägbredd).
5. Bärlagrets yta ska vara jämn och väl packad.
Den färdiga beläggningens lutning gäller även för bärlagret.
6. Sättmaterial läggs i ett jämntjockt lager och dras av.
7. Sättagret packas lätt med maskin, en överfart.
Lagret ska vara jämntjockt, ca 30 mm.
8. Marksten och plattor läggs med 2–5 mm fogbredd.





9. Småbitar, mindre än 1/3 av normalstenens längd, används aldrig. Då kapas i stället stenar.
10. Fogarna fylls med fogmaterial omgående och kontinuerligt under arbetets fortskridande. Detta för att ytan ska kunna belastas av arbetsfordon under arbetets gång.
11. Ytan rensas och vibreras lätt med vibratorplatta. Ju tjockare sten desto kraftigare vibrator. Vibrering av ytan utförs vinkelrätt eller diagonalt mot löpfogar.
12. Efter avslutad vibrering fogas beläggningen rikligt.



6. Drift och underhåll

Markbeläggningar med plattor och marksten av betong är robusta produkter tillverkade av naturmaterial och i stort sett underhållsfria. Det är helt naturligt att slitage och väderpåverkan förändrar beläggningens utseende med tiden. Mekaniskt slitage, väder och vind gör att den allra översta delen av cementpastan slits ner så att underliggande material blir delvis synligt och färgnyanser tonas ned. För att betongbeläggningen ska åldras väl krävs ett korrekt utfört arbete med välfyllda fogar och kantstöd. Om överbyggnad, läggning och underhåll utförts korrekt har en beläggning mycket lång livslängd.

När entreprenaden för beläggningen är färdigställd övergår normal ansvaret för drift och underhåll till beställaren. I detta kapitel beskrivs faktorer som har betydelse för bibehållandet av beläggningens kvalitet och som lämpligen behandlas i drift- och underhållsplaner eller motsvarande system.

Om renhållning eller underhåll ska upphandlas på entreprenad bör föreskrifter om ett riktigt utförande finnas med i de underlag som upprättas.

Ibland har entreprenören ansvaret för beläggningen under garantitiden. I förfrågningsunderlag och gällande anvisningar ska krav då ställas som medför att hög kvalitet bibehålls på beläggningen.

Exempel på krav/anvisningar:

- Ojämnheter och sättningar ska åtgärdas omgående.
- Kontroll av ytan ska ske med bestämda tidsintervall.
- Komplettering med fogmaterial ska ske vid behov eller enligt ett bestämt tidsintervall (t ex var 3:e eller var 6:e månad).

6.1 Drift

Driften av en markbeläggning är relativt enkel. Halkbekämpning med salt bör begränsas eller helt undvikas. Fogmaterialet stabiliseras med tiden av smuts och finpartiklar. Sugande och djupborstande sopmaskiner bör undvikas eftersom fogmaterialet helt eller delvis kan försvinna. Om de ändå används är det viktigt att komplettera med nytt fogmaterial omgående.

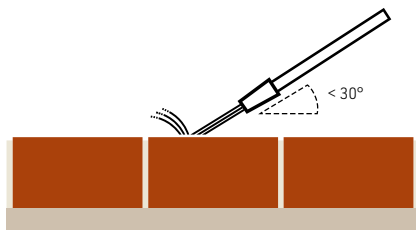
Plattors och markstenars yta mörknar en aning med tiden, p g a smuts, luftföroreningar och gummiavsättningar från trafiken.



Djupborstande sopmaskiner kan skada fogarna, särskilt på nya beläggningar.



Högtryckstvätt bör användas med försiktighet.



Vattenstrålens vinkel mot beläggningen bör vara högst 30° vid högtryckstvätt.

Regelbunden rengöring med vatten och borste, i kombination med mildt rengöringsmedel, tar bort de flesta föroreningar. Högtryckstvätt rekommenderas inte. Om högtryckstvätt ändå används undviks skador på betongen genom att man använder lågt tryck och/eller ett stort avstånd från munstycke till sten. Det är mycket viktigt att se till att betongytan inte blir grövre. Prova på ett ställe som inte är mitt i blickfånget.

En grövre ytstruktur medför att ytan lättare smutsas ned igen. För att inte fogarna ska skadas vid högtryckstvätt är det viktigt att vattenstrålen har en vinkel på högst 30 grader mot beläggningen.

Om beläggningen missfärgas, får fläckar eller om ogräs har börjat gro i fogarna, finns det olika åtgärdsalternativ. Nedan beskrivs olika problem som kan uppträda och hur de lämpligen bör hanteras. Om hanteringen leder till att fogmaterial försvinner ska fogarna omgäende kompletteras med nytt fogmaterial.

Mossa, svamp och alger

Påväxt uppträder ibland på markbetong under vinterhalvåret och då oftast på fuktiga platser på byggnaders norrsida. Påväxterna är inte skadliga för beläggningen och försvinner när den fuktiga årstiden är över. Om mossa är oönskad i fogarna kan den lätt skrapas bort. Nytt fogmaterial ska då tillföras. Det förekommer normalt två typer av påväxt på betongbeläggningar. Den gröna algen är mycket vanlig och förhållandevis lätt att ta bort. Lavar förekommer fläckvis och är lite svårare att ta bort, men det går med olika medel. Tillverkarna kan informera om lämpliga metoder.

Tuggummi

Använd hetvatten och skrapa bort.

Oljefläckar

Olja skadar inte betongen, men kan ge fula fläckar. Färsk olja kan vanligtvis tas bort snabbt med papper, trasa eller absorberande pulver. Äldre oljefläckar tas lämpligen bort med oljeupplösande medel och varmt vatten.

Rost

Vissa produkter kan på grund av sitt järninnehåll ge rödbruna utfällningar av rost. Rost försvinner i regel av sig själv, men processen kan påskyndas genom borstning.

Målarfärg

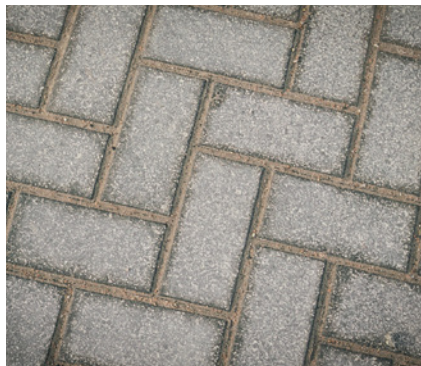
Vattenburen våt färg suges upp med papper eller trasa. Ytan tvättas sedan med vatten. Våt lösningsmedelsburen färg suges upp med papper eller trasa och täcks med sågspån eller annan absorberande produkt under ett dygn. Torr färg skuras av med skurpulver. Färg som trängt ned på djupet bränns försiktigt bort med blåslampa.

Kalkutfällningar

Kalkutfällning är en naturlig del av betongens härdningsprocess och försämrar inte produktens hållfasthet eller frostbeständighet. Oftast slits kalkutfällningar bort och försvinner efter 1–2 år. I regel återkommer de inte när de väl försvunnit. Därför är det inte nödvändigt att byta ut en markbeläggning med utfällningar. Tillverkarna av plattor och marksten arbetar kontinuerligt med att förbättra sin produktion för att få bort kalkutfällningarna.



Ofyllda fogar skapar förutsättningar för ogräs.



Välfyllda fogar håller ogräset borta.

Ogräs

Problem med ogräs uppkommer endast på ytor med begränsad trafik, eftersom slitaget från trafiken hindrar ogräsets etablering och spridning. Problem med ogräs kan förebyggas redan i anläggningsskedet, vilket är bättre än att behöva åtgärda i efterhand.

Det är mycket viktigt att fogarna hela tiden är fyllda med rätt fogmaterial. Äldre, helt fyllda fogar, har stor motståndskraft mot ogräs.

Det finns flera sätt att begränsa problem med ogräs:

- Avgränsa och spänn in ytan väl mot planteringar. Små fysiska hinder eller upphöjningar förhindrar effektivt att jord driver in på ytan.
- Under utförande se till att olika materialtyper t ex jord hanteras separat från fog- och sättmaterial.
- Fyllda fogar försvårar för ogräset att etablera sig.
- Regelbunden borstning av beläggningen stör tillväxten av ogräs. Ogräset etablerar sig inte på ställen som utsätts för slitage/trafik.



Stålbörste för ogräsbekämpning.

Foto: Ystamaskiner



Ogräsbrännare.

Det är viktigt att så ofta som möjligt bekämpa det ogräs som kommer upp, så att det inte växer och sprider sig.

De olika metoderna för ogräsbekämpning kan delas upp i icke-mekaniska och mekaniska metoder:

Icke-mekaniska:

- Hetvatten
- Bränning
- Ångning
- Frysning
- Infraröd strålning
- Flammning

Mekaniska metoder:

- Borstning
- Spolning
- Manuell bekämpning
- Sandblästring
- Ogräsbörste

Tidigare bekämpades ogräs framför allt med bekämpningsmedel, men p g a de miljöproblem som detta medför används idag allt oftare andra metoder. Ett väl utfört arbete och en kontinuerlig skötsel är den bästa åtgärden för att minimera ogrästillväxt.

6.2 Underhåll

Underhåll av kanter mot grönytor

Om fordon kommer nära kanten av en beläggning som inte är säkrad med kantsten, betong eller annan typ av kantsäkring, kan belastningen göra att stenarna flyttar sig. Beläggningens bärförmåga försämras betydligt, vilket i sin tur kan orsaka sättning. Därför är det viktigt att snabbt efter en skada återskapa och eventuellt förstärka kanten. Om avrinning från en plats sker över beläggningens kanter, är det viktigt att se till att stödremsan inte ”växer” över beläggningen. Sand, grus och ogräs medför att rabatten blir högre och avrinningen hindras.



Specialverktyg för att lyfta enskilda markstenar ur en beläggning.

Reparationer och återuppbyggnad

Ytor med marksten eller plattor kan återskapas utan synliga tecken eller senare sättningar, bl a efter grävarbeten. Det förutsätter dock att arbetet utförs korrekt och noggrant och att beläggningen är lagd med korrekta fogbredder (3–5 mm). För smala fogar gör det nästan omöjligt att få stenarna på plats igen.

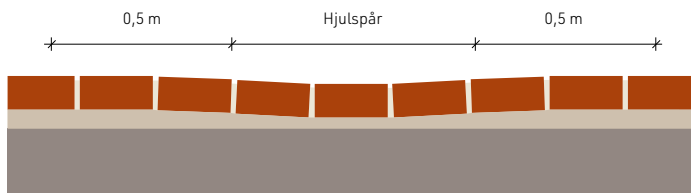
Grävningsarbeten i beläggningen

För att nå bästa resultat vid återskapande av beläggningar bör uppgrävt material åtaranvändas om det är möjligt. Det reparerade och återuppbyggda området får då samma funktionsegenskaper som den övriga markbeläggningen vad gäller bärlighet, deformationsegenskaper, dräneringsförmåga och frostresistens. För att få upp första markstenen i beläggningen när specialverktyg inte finns till hands, är det oftast bäst att först krossa en sten. Sedan kan de andra stenarna lättare tas upp. För att stenarna ska kunna läggas med samma fogbredd som de ursprungliga krävs vanligen rengöring med borste eller vatten. Det är viktigt att notera tjockleken på sättlagret, bärlagret och eventuellt

förstärkningslager. De uppgrävda materialen läggs var för sig. Innan återuppbyggnadsarbetet inleds ska man ta upp stenar runt hålet för att undvika en svag zon runt det återuppbyggda området. Ett område med en extra bredd på minst 0,5 m runt reparationsområdet bör åtgärdas. Underminerande glidningar i schaktets sidor bör alltid undvikas. Om glidningar uppstår är det viktigt att ta upp stenarna i ett område av lämplig storlek. På så sätt kan bärlagret rekonstrueras i hela den skadade zonen.

Korrekt packning

Packa skikten noggrant för att undvika framtida sättningar. Om de uppgrävda materialen byggs in på nytt så har man som regel uppnått en tillräcklig packningsgrad. Observera vikten av att de packade materialen har rätt fuktighet. De bör vattnas under torra perioder. Stenarna ska ligga med samma sida uppåt som tidigare. På så sätt undviks färgskillnader i den återskapade beläggningen. Som regel varierar färgen och grovleken mellan markstensens/plattans båda sidor. Om ny sten måste användas kan dessa medvetet smutsas ner för att passa in i omgivningen.



Vid grävningsarbeten i beläggningen bör ett område på minst 0,5 m runt reparationsområdet åtgärdas.

Sätt stenarna för högt

Sättagret ska ligga ca 10–15 mm högre än det omgivande orörda sättagret. När markstenarna sedan packas kommer de att vibreras ned nästan i nivå med den omgivande beläggningen. Bästa resultat nås om de nylagda stenarna ligger 3–5 mm högre. Detta kompenserar för de sättningar som normalt alltid uppstår, trots noggrann vibrering av bärlager och sten.

Noggrann fogfyllning och vibrering

Fogsand sopas ner i fogarna i flera omgångar. Man kan också försiktigt vattna ner fogmaterialet i fogarna. Därefter vibreras stenarna på plats. Det är i regel nödvändigt att efterfylla med fogmaterial efter vibreringen.

Punktreparationer

I bland behöver man byta markstenar i en beläggning. För att behålla beläggningens utseende kan stenar flyttas från en mindre iögonfallande del av den ursprungliga beläggningen. Sedan läggs nya stenar i det mindre synliga området.

Åtgärda deformationer och hjulspår

Det finns flera orsaker till att deformationer och spårbildning med tiden uppstår i beläggningen:

- För tunn överbyggnad.
- Markstensbeläggningen utsätts för större belastning än vad den är beräknad för.
- Trädrötter lyfter upp beläggningen.
- Tjällyftning av beläggningen.
- Otillräcklig dränering.
- Otillräcklig packning av bär och/eller förstärkningslager.
- Ojämt bärlager.

Större sättningar och spår ändrar ytans planhet och utseende, skapar besvärande vattensamlingar efter regn, samt ishala områden vintertid. Sättningar och hjulspår försämras fortare när det står vatten i dem. En del vatten sipprar ner genom fogarna och försvagar sättmaterialet och bärlagret, vilket kan ge ännu större effekter av framtida belastningar. Sättningar och spårbildning åtgärdas genom att man tar upp plattorna/markstenarna och justerar bärlagret och/eller sättlagret. Om ytan ska trafikeras justerar man med bärlagermaterial. Eventuella trädrötter tas bort. Vid spårbildning kan reparation vara nödvändig. Även då bör ett område med en bredd på minst 0,5 m runt reparationsområdet noga åtgärdas och packas. Om möjligt bör befintliga plattor eller markstenar återanvändas.

Drift – Underhåll bundna bärlager

En viktig åtgärd vad gäller drift och underhåll av markstensbeläggning på bundna bärlager är att redan vid läggningen se till att ha tillräcklig avrinning från ytan så att så lite vatten som möjligt tränger ner genom fogen.

Detta säkerställs genom att:

- Betongmarkstenen läggs på rätt sättmaterial.
- Fogarna alltid är fyllda med rätt fogmaterial.

Om skada uppstått som tvingar upptagning av bundet lager

- Innan man börjar återuppbyggnadsarbetet ska man ta upp stenar runt hålet för att undvika en svag zon runt det återuppbyggda området. Ett område med en extra bredd på minst 0,5 m runt reparationsområdet bör åtgärdas. Underminerande glidningar i schaktets sidor bör alltid undvikas. Om glidningar uppstår är det viktigt att ta upp stenarna i ett område av lämplig storlek. På så sätt kan bärlagret rekonstrueras i hela den skadade zonen.
- I övrigt tillse att följa samma drift och underhållsåtgärder som tidigare beskrivits för läggning av betongsten på obundna bärlager.





7. Referenser

Fördrojning av dagvatten med dränerande markstensbeläggningar (2019). Svensk Markbetong.

David Hansson och Håkan Schroeder (2009). *Ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor*, SLU Projektrapport Landskapsutveckling Alnarp. (S04-3087/AL50).

Jords egenskaper, Larsson, R. (2008). Statens Geotekniska Institut.

Interpave (2012) Concrete block paving – Guide to the properties, design, construction, reinstatement and maintenance of concrete block pavements, edition 2. May 2012, L534:L212. Published by Interpave, www.paving.org.uk.

Swedish design tables for permeable block pavements (2017). Shafiqur Rahman, Erik Simonsen, Fredrik Hellman. Vinnova – Utmaningsdriven innovation – Hållbara attraktiva städer. www.klimatsakradstad.se.

Överbyggnad med beläggning av natursten och markbetong, för trafikklass ≤ 2, Förenklad dimensionering för stadsliknande miljöer (2017). Kurt Johansson, Erik Simonsen, Jan Lang (2017). Sveriges lantbruksuniversitet, Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap. Rapport 2017:15, ISBN 978-91-576-8946-7, Alnarp 2017.

TRVK Väg, Trafikverkets tekniska krav Vägkonstruktion. TRV 2011:072, TDOK 2011:264. Trafikverket 2011.

TRVR Väg, Trafikverkets tekniska råd Vägkonstruktion, TRV 2011:073, TDOK 2011:267, Trafikverket, 2011.

Markstensbeläggningar för Industrieritor (2006). Erik Simonsen och Johan Silberbrand. ISBN 91-97-6041-0-0. Svensk Markbetong och Cement och Betong Institutet (2006).

Beläggning med plattor och marksten av betong (2002).

ISBN 91-7289-067-3. Svenska Kommunförbundet och Svensk Markbetong (2002).

TRVKB 10 Obundna lager, Trafikverkets Krav Beskrivningstexter för obundna material i vägkonstruktioner, TRV 2011:083, TDOK 2011:265, Trafikverket (2011).

Lasta Lagligt, Vikt- och dimensionsbestämmelser för tunga fordon (2018). Transportstyrelsen. Publikationsnr. TS201616, Utg.3, maj 2018.

Krav Bitumenbundna lager (2015). TDOK 2013:0529.

Växtbäddar I Stockholm Stad – En handbok (2009).

Björn Embrén et al.

Geosynthetics for Segmental Concrete Pavements (2016).

ICPI Tech Spec No. 22. Interlocking Concrete Pavement Institute. 14801 Murdock Street, Chantilly, VA 20151, USA.

Krossmaterial från ett entreprenörperspektiv med fokus på tillverkning och karakterisering (2017). Per Murén och Olov Didriksson,

NCC Industry AB. Vinnova – Utmaningsdriven innovation – Hållbara attraktiva städer. www.klimatsakradstad.se.

Teknisk handbok, Del 2 – anläggning, Stockholm Stad, Gatukontoret (2014).

TRVK Alternativa material (2011). Trafikverkets tekniska krav för alternativa material i vägkonstruktioner, TRV 2011:060, TDOK 2011:264.

AMA Anläggning 20, Svensk Byggtjänst (2020).

Jordarternas indelning och benämning, SGF 81, Byggeforskningsrådet, Serie T 1984:21.

The visibility of a defined target as a basis for road lighting performance, Björn Odemark, Swedish Transport Research Board, 1986.

Surface Characteristics, PIARC, Technical Committee, Report No I, Brussels, 1987. Ur:XViii World Road Congress.

Design and Construction of Interlocking Concrete Block Pavements, B Shackel, 1991.

Workshop on Noise Reducing Concrete Surfaces, Heft 409, PIARC, Wien, 1992.

Rebel 91, Svenska Kommunförbundet och Vägverket, 1992.

Betänkande av Utredningen för en handlingsplan mot buller, SOU 1993:65.

Dimensionering av markstensbeläggningar, J Silfwerbrand, Cement och Betong Institutet, 1994.

Handlingsplan mot buller, Regeringens proposition 1993/94:215.

Beräkning av tjällyftningen i en väggkropp, Metodbeskrivning 906:1994, H Wirstam, Vägverket, 1995.

Nolltillväxten – Så förebygger vi ogräsproblem på hårdgjorda ytor, Svenska Kommunförbundet, 1996.

Säkrare trafikmiljö i tätort, Svenska Kommunförbundet, Rikspolisstyrelsen och Vägverket, 1997.

Livscykelanalys av marksten, G Ölund och T Rydberg, Chalmers Industriteknik, 1998.

Lugna gatan, Svenska Kommunförbundet, 1998.

Gata för människor, Svensk Markbetong, 1998.

Skönheten och oljudet – Handbok i trafikbullerskydd,
Svenska Kommunförbundet, 1998.

Stadens Rum, Markbetongföreningen, 1998. Swedish concrete block pavements – Investigation of state and performance, 8th International symposium on concrete roads, Portugal, Theme VI, M Wäppling, J Silfwerbrand, 1998.

Field test on concrete block pavements; Investigation of load distribution capacity, Nordic Concrete Research, Reykjavik, Island, M Wäppling, J Silfwerbrand, KTH, 1999.

Livslängdsberäkningar på vägöverbyggnader med marksten,
H Carlsson, VTI Notat 37-1999.

Markstensbeläggnings bärformåga – Parameterstudie, jämförelser med utländska alternativ och förslag till dimensioneringstabeller, Teknisk rapport nr 1999:18, brobyggnad, institutionen för byggkonstruktion, J Silfwerbrand, KTH 1999.

Återvägen, Råd och vägledning för återvinning av krossad betong som ballast i gator och vägar, K Ydrevik, VTI Notat 67-1999.

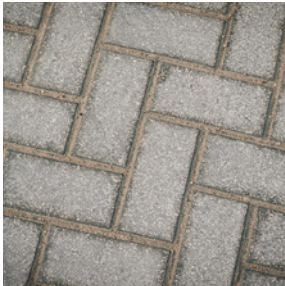
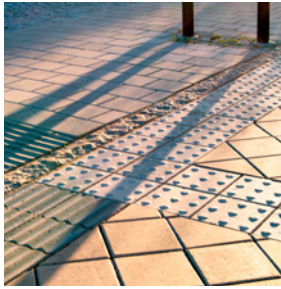
Anlägga ytor med plattor och marksten av betong
– Praktisk handbok, Svensk Markbetong, 2000.

Betonbeläggninger – Anvendelse, udførelse og vedligeholdelse af befæstelser med belægningssten, fliser og kantsten, Belægningsfraktionen,
Dansk Beton Industriforening (DBI), 2001.

Dimensionering av platsgjutna betongbeläggningar för kommunala ytor,
A Farhang, KTH Rapport 67, 2002.

Tjäl- och bärighetsdimensionering samt jämnhetskrav för platt- och markstensöverbyggnader, Tekniskt PM, Scandiaconsult, 2002.





Fler exemplar av denna skrift
kan beställas på svensmarkbetong.se



skl.se
steriks.se
benders.se
starka.se
cementa.se
svensmarkbetong.se