

BELÄGGNING MED PLATTOR OCH MARKSTEN AV BETONG



Projekteringsanvisningar och rekommendationer

Fler exemplar av denna skrift kan beställas
på tfn 020-31 32 30 eller fax 020-31 32 40.

SK SVENSKA
KOMMUNFÖRBUNDET

Svensk
Markbetong

www.svekom.se www.skanska.se/prefab www.starka.se
www.swerock.se www.cementa.se www.svenskmarkbetong.com

Andra upplagan

BELÄGGNING MED PLATTOR OCH MARKSTEN AV BETONG

Projekteringsanvisningar och rekommendationer

Andra upplagan

SVENSK MARKBETONG

SVENSKA KOMMUNFÖRBUNDET

Beläggning med plattor och marksten av betong

© 2002 Svensk Markbetong

förlag: Svenska Kommunförbundet

produktion: www.berge.se

illustrationer: Cecilia Johansson, Gerd Westholm, Lönegård & Co

foto: Daniel Hertzell, Arne Berge, Mattias Wäppling, Filip Sten, Ulf Celander,

Kjell Maack, Kennet Ruona m fl. Foton i kapitel 6 används med tillstånd av

Belägningsfraktionen, Dansk Beton Industriforening

typsnitt: Sabon och Akzidenz Grotesk

papper: Omslag, 250 g Magno satin

inlaga, 135 g Magno satin

tryck och repro: Ljungbergs tryckeri, Klippan

Andra upplagan

isbn 91-7289-067-3

distribution: tfn 020-31 32 30, fax 020-31 32 40

Denna handbok ersätter Svensk Markbetongs tidigare utgivna bok *Beläggning med plattor och marksten av betong* som kom ut 1999. Handboken är avsedd att ge tips och idéer om marksten och plattor av betong till professionella användare. Sifferuppgifter, dimensioner och annan form av 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

De senaste åren har vi sett en fortsatt ökad användning av markbetongbeläggningar i våra svenska tätorter. Vår avsikt med denna handbok är att visa på lämpliga lösningar så att bra beläggningar med önskade egenskaper ska erhållas.

Handboken utgår från *Anläggnings AMA 98* och *ATB VÄG*. I denna upplaga har informationen om plattor utökats avsevärt, bl a med ett nytt dimensioneringsunderlag. I kapitel 4, Dimensionering, har en uppdelning gjorts mellan marksten och plattor för att göra denna nya information överskådlig. Även avsnittet om drift och underhåll (kapitel 6) har genomgått en grundlig uppdatering.

Precis som förra upplagan innehåller handboken en sammanställning av aktuella erfarenheter och kunskaper. Utvecklingen inom teknikområdet går snabbt och vi räknar med att framöver återkomma med fler exempel på goda lösningar.

Skriften har tagits fram av Svensk Markbetong i samarbete med Svenska Kommunförbundet.

April 2002

Svensk Markbetong och Svenska Kommunförbundet

Svensk Markbetong är ett tekniskt samarbetsprojekt mellan Skanska Prefab AB, Starka Betongindustrier, Swerock AB och Cementa AB.

Svenska Kommunförbundet har representerats av Malte Burwick, SK; Lars-Olof Andersson, Trafikkontoret i Göteborg; Helena Hasselberg, Norrköpings Gatu- och Parkkontor; Hans Hellberg, Stockholms Gatu- och Fastighetskontor och Rolf Larsson och Anna Kanschat, Gatukontoret i Malmö. I samarbetet har även Bengt-Åke Hultqvist, VTI, deltagit.

Under arbetets gång har värdefulla synpunkter och kommentarer erhållits från bl a Vägverket, VBB VIAK i Stockholm, Räntfors Arkitektur & Landskap, Gatubolaget i Göteborg, Rockstore Engineering, Ingemanson Technology, Scandiaconsult och SLU i Alnarp. Institutionen för Bygghälsan vid Kungliga Tekniska Högskolan har i stor utsträckning bidragit till dimensioneringsavsnittet.

Delar av materialet i kapitel 6 har hämtats från Dansk Beton Industriforenings skrift *Betonbelægninger* (2001). Materialet används med vederbörligt tillstånd.

Innehåll

	Förord	3
1	Inledning	7
2	Plattor och marksten av betong	9
	2.1 Användningsområden	11
	2.2 Egenskaper	12
	2.3 Byggmått/Modulmått/Produktmått	18
	2.4 Läggningsmönster	20
3	Projektering	23
	3.1 Uppbyggnad av överbyggnaden	24
	3.2 Höjdsättning och vattenavrinning	29
	3.3 Anslutningar	30
	3.4 Upprätta arbetsbeskrivning	31
4	Dimensionering	33
	4.1 Förutsättningar	34
	4.2 Konstruktiv utformning–Marksten	40
	4.3 Konstruktiv utformning–Plattor	45
5	Utförande	53
	5.1 Överbyggnaden	53
	5.2 Kantstöd, förankring	56
	5.3 Läggningshjälpmedel	58
	5.4 Måttanpassning, kapning	60
	5.5 Beläggning på täta underlag	62
	5.6 Drifttagande av beläggningen	62
	5.7 Att tänka på	63
	5.8 Arbetsgång	64

6	Drift och underhåll	67
	6.1 Drift	68
	6.2 Underhåll	73
7	Trafiksäkerhet	79
	7.1 Orienterbarhet och tydlighet	80
	7.2 Förbättringar för funktionshindrade	85
	7.3 Övergångsställen	86
8	Ekonomi	89
9	Övriga aspekter	93
	9.1 Miljö	93
	9.2 Buller	95
	9.3 Belysning	97
	9.4 Dränerande beläggning	99
10	Referenser	103
	Bilaga A Hänvisning till <i>Anläggnings AMA 98</i> ...	107
	Bilaga B Dimensioneringsexempel	109
	Bilaga C Skillnader på indelning i trafikklasser enligt <i>Mark AMA 83, VÄG 94 och ATB VÄG</i>	126
	Bilaga D Jämnhetskrav för ytor med marksten eller plattor	127

1 Inledning

Denna handbok vänder sig till projektörer, entreprenörer, driftansvariga samt beställare av markbetongbeläggningar. Syftet med handboken är främst att visa hur ytor med markbetongbeläggningar ska dimensioneras, projekteras, anläggas och underhållas för att skapa vackra och väl fungerande ytor med lång livslängd. Med markbetongbeläggningar avses i detta fall ytor belagda med plattor eller marksten av betong. Då plattors och markstenars 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.
- Trafiksäkerhet, ekonomi och övriga aspekter beskrivs i kapitel 7–9.

Två 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 såväl i Sverige som utomlands. *Anlägga ytor med plattor och marksten av betong* (2000) är en praktisk handledning för byggande av väl fungerande markbeläggningar av betong.



2 Plattor och marksten av betong

Plattor och stenar på mark 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 betongsten som lades på en delsträcka av Lundavägen mellan Malmö och Lund, en av den tidens mest trafikerade vägar. På 1930-talet utvecklades betongstensbeläggningarna i Tyskland i större skala och därefter ökade nyttjandet av marksten i bl a Holland explosionsartat. Plattor har i stor omfattning använts i Sverige sedan 1950-talet medan marksten etablerades i större omfattning ca 20 år senare.



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

2.1 Användningsområden

Plattor och marksten av betong har många fördelar jämfört med andra beläggningstyper. Förutom goda tekniska egenskaper som hög slitstyrka och god beständighet, ges genom markstenarnas och plattornas utbud av former, färger och mönster stora möjligheter till orienterbarhet och tydlighet i komplicerade gatumiljöer, men även till formgivning av gatans estetik och gestaltning.

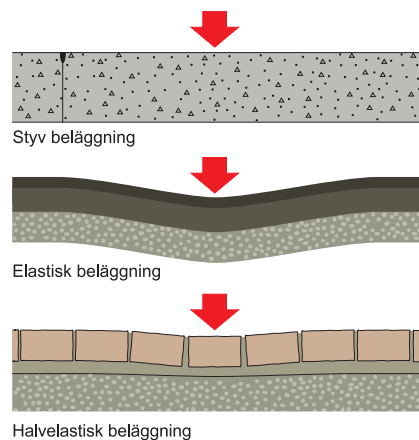
I linje med den så kallade nollvisionen går inriktningen i Sverige mot sänkta hastigheter i tätort. Ett systematiskt och konsekvent arbete med mönster och färg gör att trafikanterna känner igen sig och kan lägga sig till med "rätt" beteende. Större tydlighet leder till ökad orienterbarhet och en medvetenhet hos trafikanterna, vilket är önskvärt i blandtrafiksystem. Markbetongbeläggningens fogar gör dessutom att bilförare upplever svaga vibrationer som bidrar till större uppmärksamhet och lägre hastighet.

Marksten nyttjas vanligtvis på körytor med hastigheter upp till 50 km/h, på industriytor och de används med fördel även på *gångfartsgator*, *30-gator* och *50/30-gator*. Beläggningen inbjuder då inte till höga hastigheter, utan talar om för bilisterna att de befinner sig i gångtrafikanternas miljö. Markstens färger och skilda mönster kan förtydliga hastighetsförändringar och ge bilister tydliga signaler om att ta större hänsyn till gående och cyklister.

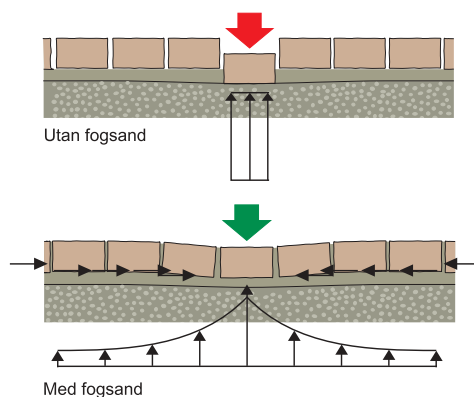
Plattor av betong är ett naturligt val på park- och torganläggningar, samt på vägar med ringa eller ingen fordonstrafik. Plattor ger även en kompletterande estetisk möjlighet med varierande ytstrukturer. Det är även möjligt att blanda plattor, med sitt större format, och marksten, som bättre klarar högre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

2.2 Egenskaper

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



En *halvelastisk* beläggning kombinerar de fördelar som en styv beläggning ger i form av en god förmåga till lastspredning med den elastiska beläggningens flexibilitet.



För att erhålla en god lastspredande funktion är det avgörande att *fogarna* är väl fyllda med fogsand. Denna möjliggör samverkan mellan stenarna och gör så att lasten fördelas över en större yta.

Svensk Standard för markbeläggningsprodukter är:

SS 22 72 11 Betongmarksten och **SS 22 72 08 Betongplattor**.

Markstenars och plattors kvalitet kontrolleras genom provning av hållfasthet, frostresistens och avnöttningsmotstånd. Dessutom ställs det krav avseende mått och formavvikelser. Ett europeiskt standardiseringsarbete pågår. Framöver kommer det att leda till nya svenska standarder för markbetongprodukter.

Definition av *marksten* enligt Svensk Standard:

- tjockleken är 60–120 mm
- längden är <280 mm
- arean hos den enskilda stenen är <0,05 m²

Tabell 2.1 Marksten finns i två hållfasthetsklasser:

Hållfasthetsklass (MPa)	Standardaxlar (ATB VÅG)	Trafikklass (VÅG 94)	Exempel på användning
II (50 MPa)	–	–	Trädgårdar, uteplatser, garageinfarter
I (60 MPa)	0–5 000 000	Alla	Samtliga fordonstrafikerade ytor

Som framgår av tabellen ovan används hållfasthetsklass II i trädgårdar, på uteplatser och eventuellt på garageinfarter. **Föreskriv alltid hållfasthetsklass I för fordonstrafikerade ytor.**

Markstenens ursprungliga form är rektangulär, men den finns numera i en mängd former som även möjliggör låsning av stenen gentemot intilliggande stenar.



Exempel på marksten.

Definition av *plattor* enligt Svensk Standard:

- i regel alla kvadratiske och rektangulära format som inte definieras som marksten

Tabell 2.2 Plattor finns i fyra olika hållfasthetsklasser:

Hållfasthetsklass (kN)	Standardaxlar (ATB VÄG)	Trafikklass (VÄG 94)	Exempel på användning
6	–	–	Trädgårdar, uteplatser
9	–	–	Garageinfarter
14	–	GC	Efter samråd med resp. tillverkare
25	50 – 500 000 ev högre	0,1 ev högre	Efter samråd med resp. tillverkare

Det vanligaste formatet för plattor är 350x350 mm. Det finns tjocklekar från 30 mm och uppåt. Använd tjocklek beror på användningsområdet. Plattor kan ha varierande ytstruktur, t ex släta, strukturerade eller med frilagd sten. Det finns dessutom olika ytbehandlingar och mönster.



Kvadratisk platta

Användningen av plattor på samtliga fordonstrafikerade ytor sker först efter samråd med markbetongtillverkaren.

Trafikklassning av marksten och plattor

Markbetongtillverkarna har trafikklassat varje produkt utifrån produktens specifika egenskaper. Förmågan att klara belastningar beror på:

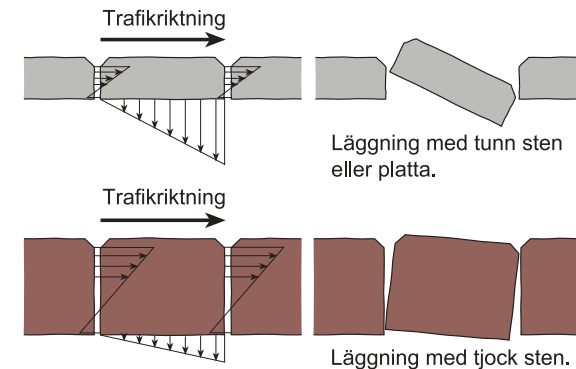
- format (längd, bredd, tjocklek)
- form (längd/breddförhållande)
- hållfasthet

Den bedöms även utifrån:

- typ av läggningssmönster
- välfyllda fogar

Projektören har genom trafikklassningen tillgång till ett enkelt och användarvänligt system. 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 vider hjulen, som t ex korsningar, busshållplatser och vändzoner, utsätts för extra höga påkänningar. Här är packning, låsning och säkerställd dränering speciellt viktigt.

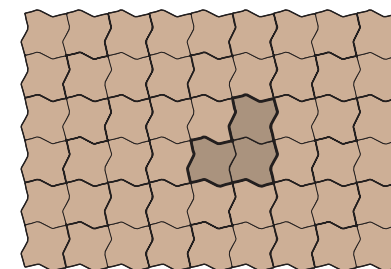
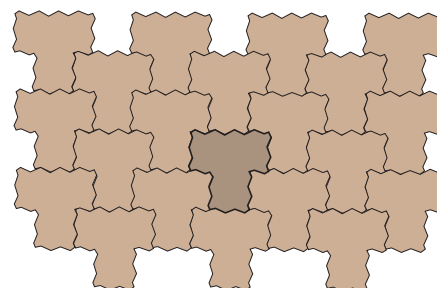
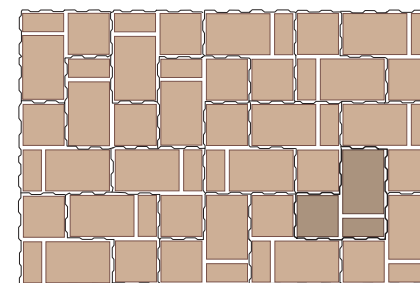
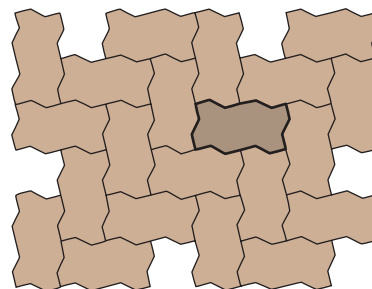
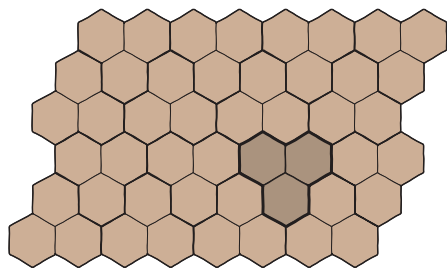
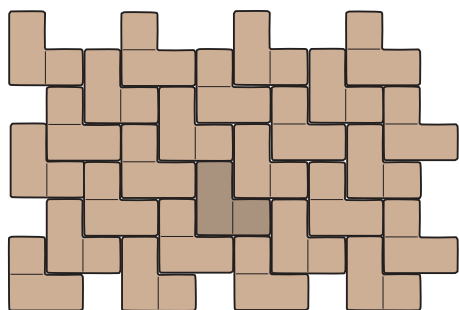
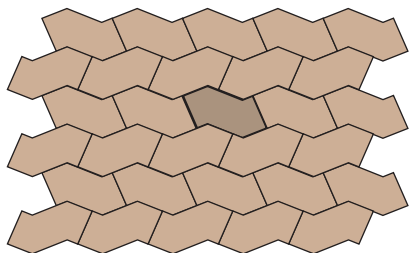


Dynamiska krafter, rörelser i längsled av trafik, tas upp som rotationskrafter. Om krafter kan tas upp av tjocka intilliggande stenar/plattor minskar påkänningen i underliggande lager, vilket minskar risken för deformationer.

Beläggningen förutsätts även "låsas in" genom att följande faktorer uppfylls:

- stabila kantstöd
- läggningssmönster
- markstens/plattans tjocklek och form
- välfyllda fogar

Exempel på de olika typer av låsstenar som finns på den svenska marknaden:

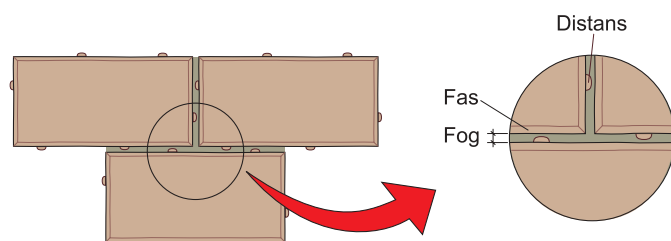


2.3 Byggmått/Modulmått/Produktmått

Byggmått: Det mått som markbetongtillverkarna anger för sina markstenar respektive plattor är byggmåttet. Byggmåttet är det användbara måttet vid planering och anläggning eftersom det innefattar plattans eller markstenens mått inklusive rekommenderad fogbredd (3 mm).

Modulmått: Med modulmått åsyftas den enhet en viss läggningsmaskin hanterar. Det är det totala måttet, inklusive fogar. Detta används vid projektering och planering av maskinläggning. Tillverkarna har uppgifter om aktuella modulmått för produkterna.

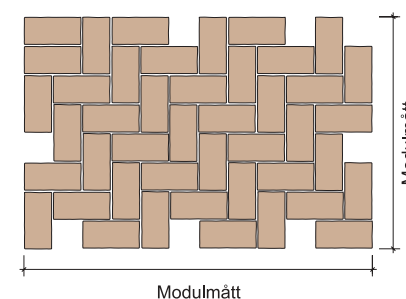
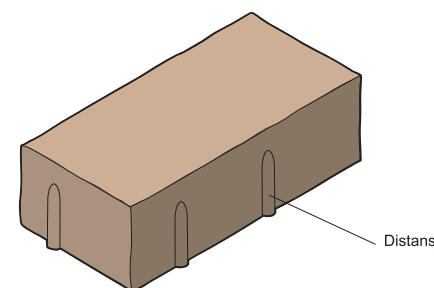
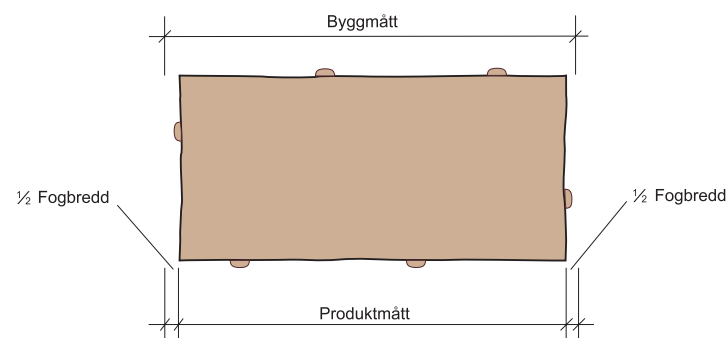
Produktmått: Markstenens eller plattans faktiska längd och bredd, exklusive distanser ("rillor"). Det är inte relevant för användaren och anges därför aldrig i tillverkarnas produktkataloger. För produktmåtten ställs krav enligt Svensk Standard, där en tillåten måttolerans anges. Produktmåtten variation tas upp i fogen, vilket enkelt görs när produkterna läggs utan betongkontakt. Fogbredden behöver ibland



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

anpassas för att ta upp de toleranser i produktmått som kan uppstå under tillverkningscykeln av produkten.

Framförallt gäller detta fogar där markstenar eller plattor med olika byggmått kombineras i föreskrivna mönster samt vid maskinläggning av moduler. Utläggning av så kallat provskift rekommenderas i dessa fall för att säkerställa mönsterpassning och fogbredd.



2.4 Läggningsmönster

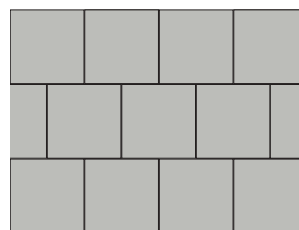
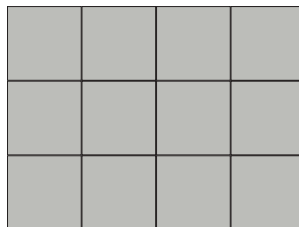
På gångvägar där i princip inga tunga belastningar förekommer, kan plattor läggas utan förskjutna fogar. Kommer t ex tyngre rengöringsfordon att belasta ytan ska fogarna vara förskjutna.

Förutom den enskilda stenens egenskaper har även läggningsmönstret betydelse för beläggningens lastupptagande förmåga.

Om rektangulära markstenar används på körbara ytor ska fogarna vara förskjutna. Vid rakläggning ska trafikering över ytan ske tvärgående. Det mest fördelaktiga mönstret med rektangulär sten, med hänsyn till lastupptagande förmåga, är ett fiskbensmönster helst lagt diagonalt mot trafikriktningen.

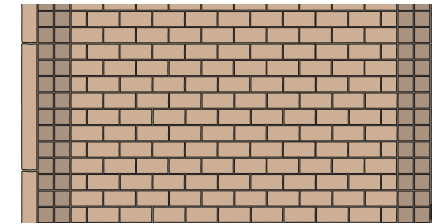
Där tunga fordon bromsar, accelererar eller vrider hjulen bör förutom ett lämpligt läggningsmönster, även stabila kantstöd användas. Markstenens tjocklek och form ska då också beaktas.

Plattor

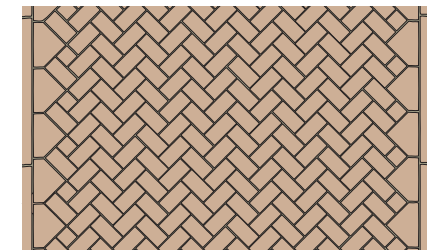


↑
trafikriktning

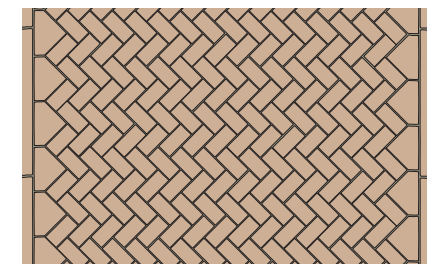
Marksten



↑
trafikriktning



↑
trafikriktning



↑
trafikriktning



3 Projektering

Det är projektören som dimensionerar överbyggnaden och väljer lämplig marksten eller platta med hänsyn till trafikbelastning.

Markbetongöverbyggnadens konstruktion följer en traditionell väguppbyggnad, med förstärkningslager och ett obundet bär-lager. Slitlagret utgörs av en bädd av sättsand och ovanpå den marksten eller plattor.

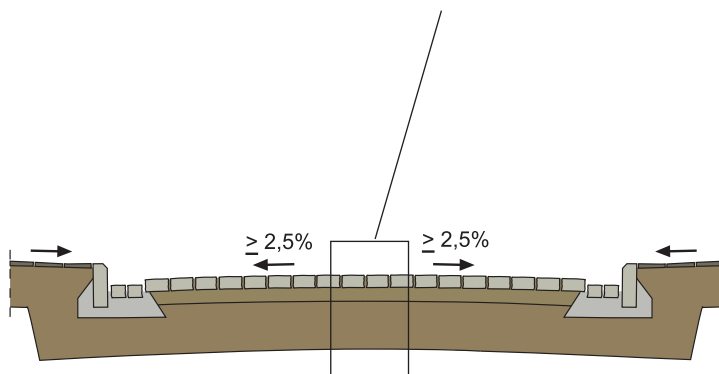
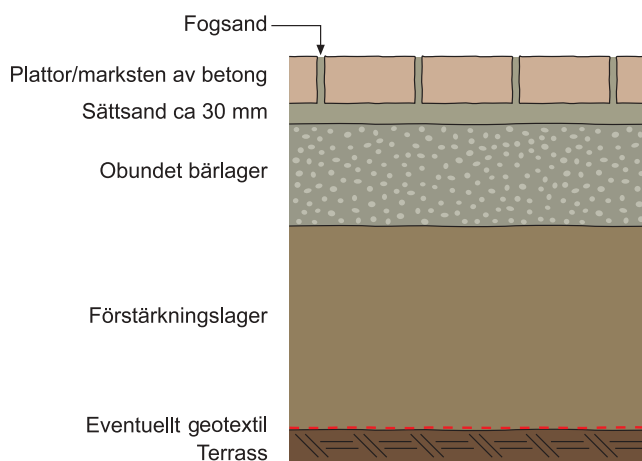
Detta kapitel behandlar övergripande markbetongbeläggning-ens uppbyggnad och innehåller anvisningar för projekteringen. För lämplig dimensionering av överbyggnadstjocklek samt be-skrivning av praktiskt utförande hänvisas till kapitel 4 respektive kapitel 5.

För upprättande av arbetsbeskrivningar används lämpligen *Anläggnings AMA 98* med tillhörande råd och anvisningar (*RA 98 Anläggning*).

Arkitekt- och ingenjörsföretagen har i samarbete med Bygg-sektorns Kretsloppsråd gett ut publikationen *Miljöanpassad projektering* (1997). Där påpekas bl a vikten av att livscykel-kostnader beaktas.

3.1 Uppbyggnad av överbyggnaden

Överbyggnadens olika delar är förstärkningslager, bärlager och beläggning. Överbyggnaden vilar på terrassen. Beläggningen består av sättsand och marksten/plattor av betong. Fogarna mellan markstenarna/plattorna ska fyllas med fogsand.



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 *Anläggnings AMA 98/ATB VÄG*. Den valda beläggningens lutning gäller även här. I förstärkningslagret kan återvunnen krossad betong användas. Kornstorleksfördelningen ska uppfylla kraven enligt *Anläggnings AMA 98/ATB VÄG*. Förstärkningslagrets tjocklek bestäms av den dimensionering som görs (se kapitel 4).

Bärlager

Normalt ska obundna bärlager eftersträvas och dimensioneringen i denna handbok behandlar endast obundna bärlager. Om bundna bärlager används, t ex om det förekommer mycket stora trafiklaster, måste dräneringen av bärlagerytan vara säkerställd (se kapitel 5.5).

Bärlagret ska ha en plan överyta och vara packat enligt *Anläggnings AMA 98/ATB VÄG*. Kornstorleksfördelningen ska uppfylla kraven enligt *Anläggnings AMA 98/ATB VÄG*.

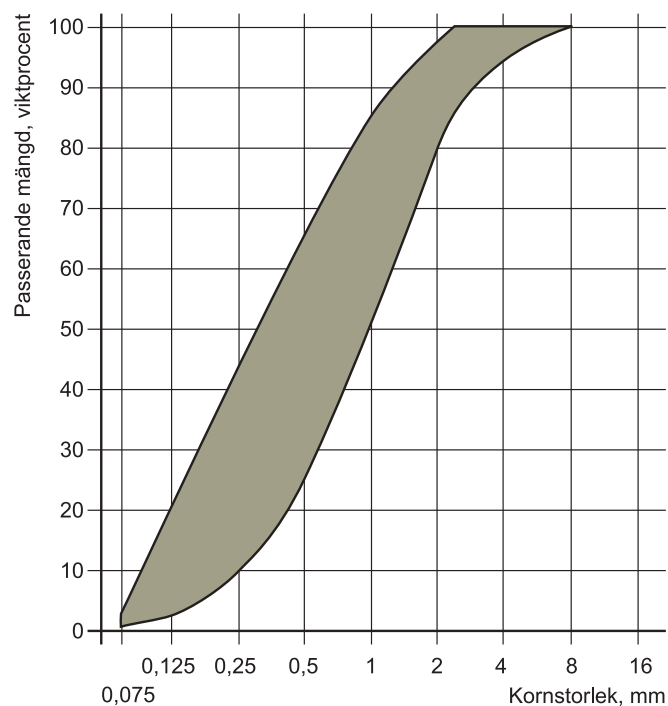
Sättsand

Sättsanden utgör underlaget (bädden) för stenen eller plattan och ska bestå av ett 30 mm jämntjockt lager.

Sättsanden ska bestå av korn från bergarter som inte vittrar och som har en kontinuerlig gradering enligt diagrammet nedan.

Den tekniska utvecklingen sker kontinuerligt och användning av grövre fraktioner för sättsand förekommer. Goda erfarenheter med fraktionen 0–12 mm (välgraderat) har erhållits vid t ex busshållplatser.

Detaljerade uppgifter om gradering av sättsand finns i *Anläggnings AMA 98*.



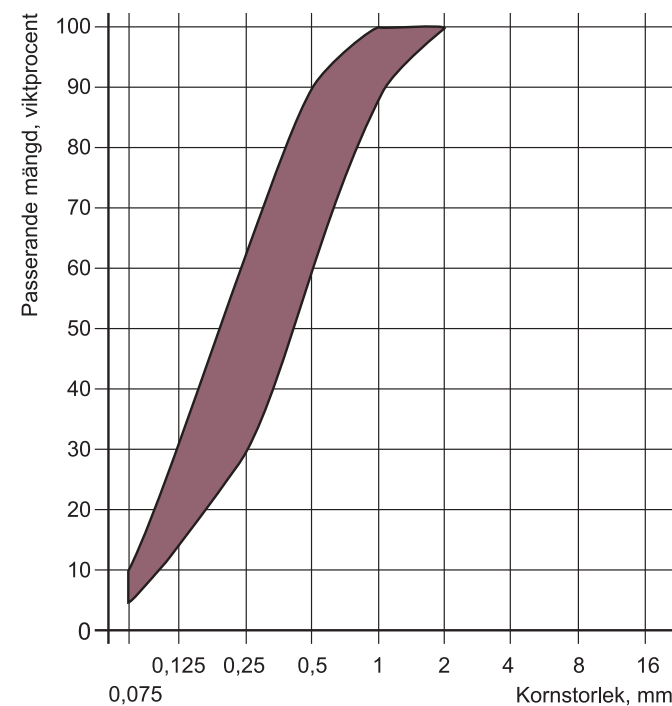
Siktcurva, sättsand
Källa: *Anläggnings AMA 98*.

Fogsand

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 fogsand ska ske vid behov och fordras ofta vid något tillfälle under det första halvåret. Fogen ska vara ca 3 mm bred.

Fogsanden ska bestå av korn från bergarter som inte vittrar och som har en kontinuerlig gradering enligt diagrammet nedan. Torr fogsand eftersträvas vid fogningen då den lättare tränger ner i fogen.

Detaljerade uppgifter om gradering av fogsand finns i *Anläggnings AMA 98*.



Siktcurva, fogsand
Källa: *Anläggnings AMA 98*.

Marksten/plattor

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

Kantstöd

Kantstödet förankring och utformning har betydelse för att hålla ihop beläggningsen så att bärigheten bibehålls. På trafikerade ytor ska kantstöden vara väl förankrade på båda sidor av beläggningsen. Där mindre trafiklaster förekommer, t ex på GC-vägar, kan en platta eller en större marksten förankrad i grus användas istället.

Vid tungt belastade ytor ska kantstöd sätta i betong avsluta beläggningsen. Detta för att skapa en fullständig inspanning. Vid förändring av vägens bredd (avsmalning o dyl) kan kantstöd sättas rakt över körbanan, i markbeläggningsens nivå, för att ytterligare öka inspanningen av olika delytor. Kantstöd bör även sättas vid anslutning till andra beläggningar, t ex asfalt.

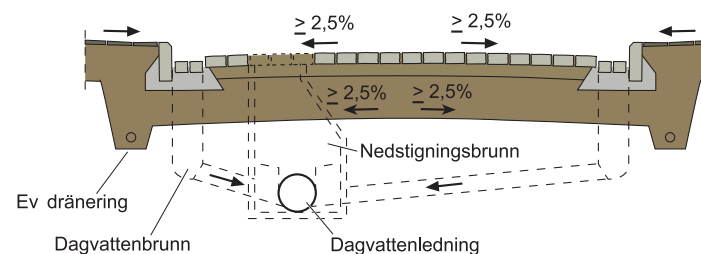


Kantstöd runt hela ytan möjliggör en fullständig inspanning.

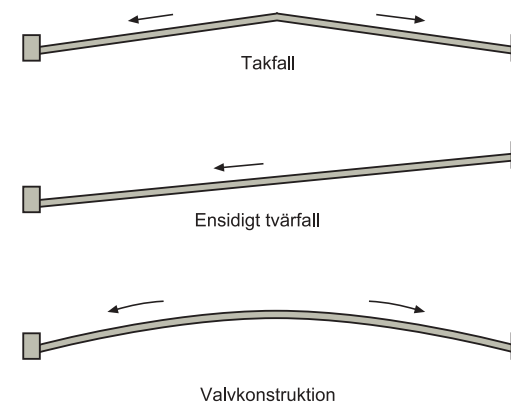
3.2 Höjdsättning och vattenavrinning

Vattenavrinningen är alltid viktig att lösa vid gatu- och vägprojektering. Kvarstående vatten i konstruktionen, speciellt i sättsandsskiktet, innebär att besvärande skador lätt uppkommer.

En effektiv avrinning erhålls om den tvärgående lutningen är större än 2,5 procent. Vald lutning ska gälla för samtliga lager, från terrassnivå till färdig yta, så att varje lager är jämntjockt. Avrinning längsgående ordnas mot lågpunkter i form av brunnar, dagvattenrännor, diken m m.



Normalt utformas överbyggnaden med takfall eller enkelsidigt tvärfall. Att utforma överbyggnaden som en valvkonstruktion kan bidra till en ökad samverkan mellan stenarna och på så sätt en bättre lastspridning.

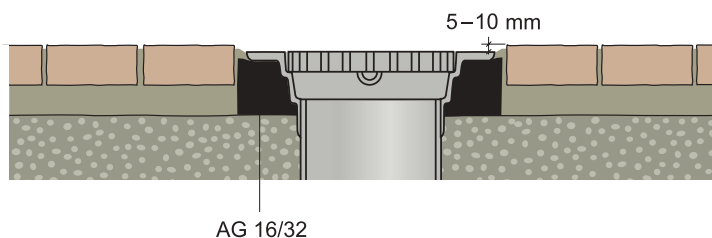


3.3 Anslutningar

Genom projekteringen kan anslutningar och kapningar styras. Det är därför viktigt att planera utformningen med hänsyn till bygg- och modulmått (se kapitel 2.3). Dessutom finns det ofta kompletteringsdetaljer som halv-, rand- och slutstenar i sortimentet som med fördel kan utnyttjas för bättre anpassningar.

Som regel ska i första hand kompletteringsdetaljer användas vid anslutningar till beläggningens ändrar. I andra hand ska inpassning ske genom kapning av plattor eller stenar. För att underlätta läggning vid brunnar finns även kvadratiska passramar av gjutjärn. Se även kapitel 5.4, Måttanpassning, kapning.

Anslutningar mot dagvattenbrunnar bör uppmärksammas. Vattenedträngning på brunnens utsida ska undvikas för att inte materialflykt ska ske från sättsandslagret, vilket kan leda till lokala sättningar. Ordentlig packning av bär- och förstärkningslager runt brunnen säkerställer att materialet runt brunnen ej "sjunker undan" efter en tid.



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

3.4 Upprätta arbetsbeskrivning

Lämpligen används *Anläggnings AMA 98* med tillhörande råd och anvisningar (*RA 98 Anläggning*) för att upprätta en arbetsbeskrivning. Se även kapitel 5 som beskriver ett korrekt utförande avseende 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:

- antal standardaxlar enligt *ATB VÄG*
(alternativt trafikklass enligt *VÄG 94*)
- typ, färg och dimension på markstenar och plattor
- typ av mönster
- typ av kantstöd och hur de ska förankras
- hur anslutningarna ska lösas

För att maskinell läggning ska ske i största möjliga utsträckning arbetar projektören med produkternas modulmått (se s. 18).

Redovisning av genomförd dimensionering sker dessutom enligt kapitel 4.3. Plan och profil redovisas på lämpligt sätt för att underlätta ett enkelt utförande.



4 Dimensionering

Vägens överbyggnad ska dimensioneras för att klara de belastningar som kan komma att uppstå under vägkonstruktionens hela livslängd. I kapitel 4.1 beskrivs gällande förutsättningar för dimensionering. Underlag för dimensioneringstabellerna återfinns bl a i *Markstensbeläggnings bärformåga* (1999).

Genom att utföra dimensionering enligt de anvisningar som anges i kapitel 4.2 och 4.3 klarar en överbyggnad av marksten eller plattor de krav som finns uppställda i *ATB VÄG*. Ett avgörande kriterium är att terrassen klarar kraven på töjning. Där så är brukligt, ska även kontroll ske att tjällyftningen ej överstiger tillåtna värden.

Exempel på dimensionering av olika typfall finns i bilaga B.

4.1 Förutsättningar

Förutsättningarna gäller överbyggnadskonstruktioner med plattor och marksten som slitlager. De parametrar som beaktas vid dimensionering är klimat, geologi och vägens trafiklast.

En dimensioneringsmässigt väsentlig skillnad mellan plattor och marksten är att markstenen läggs i mönster, som i kombination med dess dimension, kan skapa låsning mellan stenarna. I en plattbeläggning erhålls inte denna låsande effekt fullt ut. Dimensionering av plattbeläggningar, och därmed också hela konstruktionen, är mer direkt relaterad till plattans egenskaper och dimensioner.

En annan skillnad är att en förenklad bestämning av trafikklasser kan göras för plattbeläggningar (se vidare kapitel 4.3).

Marksten används med fördel på gångfartsgator, 30-gator och 50/30-gator. Plattor används på ytor med ringa eller ingen fordons trafik. Leverantören anvisar vilka plattdimensioner som är lämpliga på olika ytor. Trafikklassindelningen framgår av tabell 4.5.

Klimat

Sverige indelas i sex klimatzoner enligt kartan nedan.



Figur 4.1 Sveriges klimatzoner.

Källa: VÄG 94

Geologi

Dimensioneringen av överbyggnaden ur belastningssynpunkt baseras på materialegenskaper för jord och berg i terrassytan. Indelning av materialtyper sker enligt tabell 4.2. Före byggande på materialtyp 6 ska utredning ske med avseende på bärighet, stabilitet, sättningar och tjälfarlighet.

Tabell 4.2 Indelning av berg och jord i materialtyp.

Material- typ	Jordartsgrupp enligt SGF 81 resp grupp	Tilläggs villkor	Exempel på jordarter
1	Bergtyp 1 och 2		
2	Block- och stenjordarter samt grovkorniga jordarter	Organisk halt ≤2 viktprocent	Bl, St, Gr, Sa, sa Gr, gr Sa, Gr Mn, Sa Mn
3	Bergtyp 3 samt vissa blandkorniga jordarter	Finjordshalt ≤30 viktprocent Organisk halt ≤2 viktprocent	si Sa, si Gr, si Sa Mn, si Gr Mn
4	Blandkorniga jordarter med hög finjordshalt	Finjordshalt >30 viktprocent Organisk halt ≤2 viktprocent	si J, si Mn
	Finkorniga jordarter	Lerhalt >40 viktprocent Organisk halt ≤2 viktprocent	Le, Le Mn
5	Finkorniga jordarter, samtliga organiska mineraljordarter	Lerhalt ≤40 viktprocent Organisk halt ≤6 viktprocent	Si, le Si, si Le, Si Mn, gy Le, dy Si
6	Övriga jordarter och material i underbyggnad och undergrund		T, Dy, si Dy, Gy, le Gy, Mu, sa Mu, alternativa material

Källa: ATB VÄG

Dimensioneringen av överbyggnaden ur tjällyftningssynpunkt baseras på tjällyftningsegenskaperna hos terrassens jordart. Jordarter indelas i fyra tjälfarlighetsklasser enligt tabell 4.3.

Tabell 4.3 Tjälfarlighetsklasser.

Tjälfarlig- hetsklass	Beskrivning	Exempel på jordarter
1	<u>Icke tjällyftande jordarter</u> Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjällossningsprocessen i regel är obetydlig. Klassen omfattar grovkorniga jordarter samt organiska jordarter med organisk halt >20%	Gr, Sa, sa Gr, gr Sa, Gr Mn, Sa Mn, T
2	<u>Något tjällyftande jordarter</u> Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjällossningsprocessen är liten. Klassen omfattar blandkorniga jordarter med finjordshalt ≤30 viktprocent.	si Sa, si Gr, si Sa Mn, si Gr Mn
3	<u>Måttligt tjällyftande jordarter</u> Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjällossningsprocessen är måttlig. Klassen omfattar finkorniga jordarter med lerhalt >40 viktprocent, blandkorniga jordarter med finjordshalt >30 viktprocent.	Le, Le Mn, si Mn, si J
4	<u>Mycket tjällyftande jordarter</u> Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjällossningsprocessen är stor. Klassen omfattar finkorniga jordarter med lerhalt ≤40 viktprocent.	Si, le Si, si Le, Si Mn

Teckenförklaring: Bl=blockjord; St=stenjord; Gr=grus; Sa=sand; Mn=morän; Si=silt; J=jord; Le=lera; Gy=gyttja; Dy=dy; T=torv; Mu=mulljord.

Exempel: si Le=siltig lera; Gr Mn=grusig morän.

Källa: ATB VÄG

Trafiklast

Dimensionering av överbyggnaden görs med hänsyn till den förväntade trafiklasten som kommer att belasta konstruktionen under dess livslängd. Trafiklasten beskrivs som ekvivalent antal standardaxlar under avsedd teknisk livslängd för respektive körfält. Ekvivalent antal standardaxlar (N_{ekv}) beräknas enligt formel 4.4. För plattbeläggningar kan även förenklad bestämning av trafikklass göras (se tabell 4.10).

Formel 4.4 Beräkning av antalet standardaxlar, N_{ekv}

$$N_{ekv} = \dot{A}DT_k \cdot A \cdot B \cdot 365 \cdot n$$

$\dot{A}DT_k$ = årsdygnstrafik, trafikflödet i ett körfält (k).

A = andel tunga fordon. 0,05 (5%) kan normalt användas för lokal väg om uppgift saknas.

B = ekvivalenta antalet standardaxlar per fordon. Värdet 1,3 kan användas som riksgenomsnitt (alla vägar och alla tunga fordon). Saknas uppgift kan bedömning göras enligt ATB VÄG kapitel C 4.13 Trafik.

365 = antal dygn/år.

n = avsedd teknisk livslängd i år (t ex 20 eller 40 år).

Om en antagen årlig trafikförändring kommer att ske, f (angiven i %), beräknas antal standardaxlar enligt nedan:

$$N_{ekv} = \dot{A}DT_k \cdot A \cdot B \cdot 365 \cdot (1 + 100/f) \cdot ((1 + f/100)^n - 1)$$

Källa: ATB VÄG

Överbyggnadens trafikklass väljs med hjälp av tabell 4.5 så att tillåtet antal standardaxlar är större eller lika med beräknat ekvivalent antal standardaxlar.

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 kolumn GC i tabell 4.6. GC-vägar som trafikeras av enstaka tunga fordon med axellast större än 8 ton, dimensioneras enligt trafikklass 0. För markstensbeläggningar i trafikklass 5, 6 och 7 hänvisas till respektive tillverkare.

För skillnader mellan olika trafikklasser enligt *Mark AMA 83*, *VÄG 94* och *ATB VÄG* hänvisas till bilaga C.

Tabell 4.5 Indelning i trafikklasser.

Tillåtet antal standardaxlar enligt ATB VÄG	Trafikklass enligt VÄG 94	Beskrivning (exempel)	Plattor	Marksten
0	G*	Entrégång, uteplats, lektyr, innergård utan trafik		
0	GC	Gång- och cykelväg med 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		
50 000–500 000	1	Brandväg, torgtyr m m		
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		

Lämpligt

Enl leverantörs anvisning

Ej lämpligt

* Markerar definition enligt Svensk Markbetong

4.2 Konstruktiv utformning – Marksten

Den konstruktiva utformningen bör vägtekniskt utföras enligt *ATB VÄG C3.2*. För dimensionering av markstensöverbyggnader gäller specifika sakuppgifter enligt nedan.

Arbetsgång

För dimensionering kan följande dimensioneringsgång med fördel användas. Punkt 1–6 gäller dimensionering m h t bärighet.

1. Bestäm trafikmängd enligt formel 4.4, vilket i sin tur ger trafikklass enligt tabell 4.5.
2. Fastställ materialtyp i terrassen enligt tabell 4.2.
3. Överbyggnadens och de olika materiallagrens tjocklek framgår av tabell 4.6.
4. Trafikklassen ger också det ingångsvärde som möjliggör val av marksten med hänsyn till format (längd, bredd och tjocklek) och form. Detta har tillsammans med läggningens mönster betydelse för beläggningens stabilitet och lastfördelande egenskaper (se även kapitel 2). Varje tillverkare tillhandahåller information om vilken trafikklass respektive produkt är lämpad för.
5. Överbyggnadstjockleken är i tabell 4.6 beräknad med en 80 mm tjock marksten för trafikklass 0 till 4 och 60 mm för GC-väg. Om en annan tjocklek används ska den totala överbyggnadstjockleken justeras enligt tabell 4.7.

Om t ex en 60 mm tjock sten används för trafikklass 1, ska förstärkningslagrets tjocklek ökas med 50 mm. Om däremot en 100 mm tjock sten används, kan förstärkningslagrets tjocklek minskas med 35 mm.

6. Om okrossat material ska användas istället för krossat material ska förstärkningslagrets tjocklek justeras enligt tabell 4.8. Även återvunnen krossad betong kan användas som förstärkningslager och likställs normalt med krossat stenmaterial. Underlag och förutsättningar för justering av förstärkningslagrets tjocklek när krossat material används återfinns bl a i *KTH Rapport 67* (2002) och i *VTI Notat 67-1999*.

I områden där dimensionering m h t tjällyftning normalt sker, ska detta även göras för markstensöverbyggnader. Punkt 7–8 gäller dimensionering m h t tjällyftning.

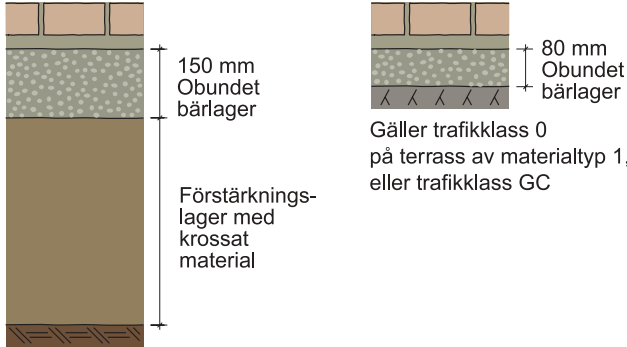
7. Bestäm tjälfarlighetsklass enligt tabell 4.3 och klimatzon enligt figur 4.1.
8. Kontrollera den totala överbyggnadstjockleken m h t tjällyftning enligt tabell 4.9.
9. Överbyggnadstjocklek har nu räknats fram m h t bärighet (punkt 1–6) och m h t tjällyftning (punkt 7–8). Största tjocklek är dimensionerande och ska väljas.

Exempel på dimensionering av olika typfall återfinns i bilaga B.

Tabell 4.6 Markstensöverbyggnad på obundet bärlager, samtliga klimatzoner, mått i mm.

Klimatzon 1-6, krossat material i förstärkningslagret	Tillåtet antal standardaxlar enligt ATB VÅG Trafikklass enligt VÅG 94							
	0	0	<50 000	50 000 – 500 000	500 000 – 1 000 000	1 000 000 – 2 500 000	2 500 000 – 5 000 000	
	G*	GC	0*	1	2	3	4	
Marksten	50	60	80	80	80	80	80**	80**
Sättsand	30	30	30	30	30	30	30	30
Obundet bärlager	Hela ÖB	80	80	150	150	150	150	150
Total överbyggnads- tjocklek på terrass av materialtyp:	1	80	170	190	260	290	380	440
*) Svensk Markbetongs egen definition.	2	80	240	260	340	400	480	540
**) Rekommenderad tjocklek på marksten är 100 mm.	3	160	240	260	430	480	540	590
	4	180	240	260	460	520	600	660
	5	220	340	360	590	650	770	870

Källa: Markstensbeläggningars bärförmåga, Teknisk rapport, KTH, 1999



Allmänt utförande

Vanligtvis används tjocklekarna 60 mm för GC-väg, 80 mm för trafikklass 0–3 samt 100 mm för trafikklass 2–4. Varje mark-betongtillverkare har uppgift om vilken trafikmängd respektive produkt är lämpad för.

Eventuell justering av förstärkningslagrets tjocklek med hänsyn till produktens tjocklek sker enligt tabell 4.7. Om beräknad tjocklek på förstärkningslagret understiger 200 mm utgår det och ersätts med bärlagermaterial så att rätt total tjocklek uppnås. Om bärlager används ska detta alltid vara minst 80 mm. Om obundet bärlager används i trafikklass G, utgör detta lager hela överbyggnaden.

Tabell 4.7 Justering av förstärkningslagrets tjocklek beroende på annat val av markstenstjocklek än 80 mm. (Gäller ej för G och GC-alternativet).

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

Källa: Markstensbeläggningars bärförmåga, Teknisk rapport, KTH, 1999

Tabell 4.8 Justering av förstärkningslagrets tjocklek om det krossade stenmaterialet ersätts av okrossat stenmaterial.

Materialtyp	Om okrossat stenmaterial används ska förstärkningslagrets tjocklek ökas med
2 och 3	25%
4 och 5	40%

Källa: Markstensbeläggningars bärförmåga, Teknisk rapport, KTH, 1999

Tabell 4.9 Total överbyggnadstjocklek (mm) med hänsyn till tjällyftning i alla trafikklasser. (De redovisade värdena har beräknats med PMS Objekt Ver.1.4)

Alla trafikklasser		Klimatzon					
		1	2	3	4	5	6
Tjälfarlighetsklass	3	–	–	200	375	425	1 150
	4	–	–	545	1 000	1 000	1 250

Källa: Tekniskt PM, SCC

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.
2. Klimatzon.
3. Materialtyper och tjälfarlighetsklasser i vägområdet samt undersökningsmetoder och provtagningsfrekvens för bestämning av dessa.
4. Måttsett överbyggnadskonstruktion med mått för marksten, sättsand, obundet bärlager och förstärkningslager. Observera att uppgift om lämplig kvalitet och tjocklek på marksten kan erhållas från tillverkaren.
5. Krav på jämnhet och kontroll (se kapitel 5 och bilaga D).

4.3 Konstruktiv utformning – Plattor

Dimensioneringen av plattläggningar baseras i hög grad på plattornas form och hållfasthet samt enstaka överlaster. Vid högre trafikbelastning har även den ackumulerade belastningen betydelse. Enstaka överlaster utgörs av tunga fordon (fordonstyp 3, s. 46) på lågt trafikerade ytor, som annars endast är avsedda för gång- och cykeltrafik samt lättare fordon. Ackumulerad last utgörs av upprepade normal trafikering.

Indelningen i trafikklasser görs med utgångspunkt från trafikbelastning. De fyra trafikklasser som täcks in under plattanvändning definieras i tabell 4.5.

Indelning i trafikklasser görs alltid översiktligt enligt tabell 4.10 för klasserna G och GC, men kan göras detaljerat för trafikklasserna 0 och 1 enligt formel 4.4. I detta fall beräknas trafiklasten som ekvivalent antal standardaxlar under avsedd teknisk livslängd för respektive körfält.

Tabell 4.10 Förenklad trafikklassindelning.
(Typfordon enl s 46. Teknisk livslängd vald till 40 år).

Trafikklass (Enl. VÄG 94)	Typfordon 1	Typfordon 2	Typfordon 3
G*	< 7/vecka	-	-
GC	Fri trafik	< 7/vecka	-
0*	Fri trafik	< 10/dag	< 7/vecka
1	Fri trafik	< 100/dag	< 5/dag

* Svensk Markbetongs egen definition .

Källa: Tekniskt PM, SCC



Fordonstyp 1: Lätt renhållningsfordon eller redskapsbärare (vikt max 1,5 ton).



Fordonstyp 2: Lätt varutransport (axellast max 8 ton).



Fordonstyp 3: Tyngre service- och varutransportfordon (axellast max 10 ton).

Arbetsgång

För dimensionering kan följande dimensioneringsgång med fördel användas. Punkt 1–4 gäller dimensionering m h t bärighet.

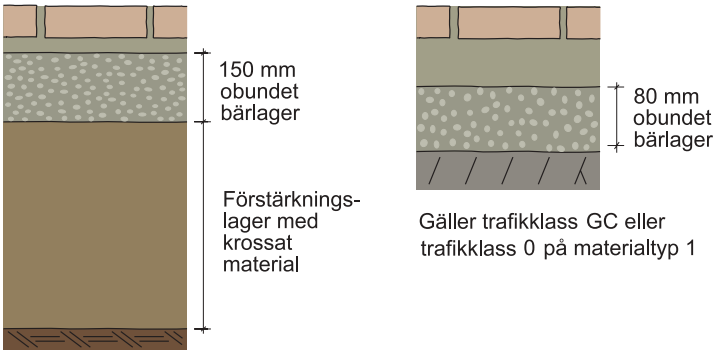
1. Förenklad bestämning av trafikklass enligt tabell 4.10 eller detaljerad bestämning enligt formel 4.4 och tabell 4.5.
2. Fastställ materialtyp i terrassen enligt tabell 4.2.
3. Överbyggnadens och de olika materiallagrens tjocklek framgår av tabell 4.13.
4. Plattans format och form har, tillsammans med läggningsmönstret, betydelse för belägningens stabilitet och lastfördelande egenskaper. Varje tillverkare tillhandahåller information om vilken trafikklass respektive produkt är lämpad för.

I områden där dimensionering m h t tjällyftning normalt sker, ska detta även göras för plattöverbyggnader. Punkt 5–6 gäller dimensionering m h t tjällyftning.

5. Bestäm tjälfarlighetsklass enligt tabell 4.3 och klimatzon enligt figur 4.1.
6. Kontrollera den totala överbyggnadstjockleken m h t tjällyftning enligt tabell 4.12.
7. Överbyggnadstjocklek har nu räknats fram m h t bärighet (punkt 1–4) och m h t tjällyftning (punkt 5–6). Största tjocklek är dimensionerande och ska väljas.

Exempel på dimensionering av olika typfall finns i bilaga B.

Överbyggnad med plattor dimensioneras enligt illustrationen nedan och tabellerna 4.11–4.13. Om beräknad förstärkningslager-tjocklek understiger 200 mm utgår det och ersätts med bärlagermaterial så att rätt total tjocklek uppnås. Om bärlager används ska detta alltid vara minst 80 mm. Om obundet bärlager används i trafikklass G, utgör detta lager hela överbyggnaden.



Tabell 4.11 Justering av förstärkningslagrets tjocklek om det krossade stenmaterialet ersätts av okrossat stenmaterial.

Materialtyp	Om okrossat stenmaterial används ska förstärkningslagrets tjocklek ökas med
2 och 3	25%
4 och 5	40%

Källa: Markstensbelägningars bärförmåga, Teknisk rapport, KTH, 1999

Tabell 4.12 Total överbyggnadstjocklek (mm) med hänsyn till tjällyftning i alla trafikklasser. (De redovisade värdena har beräknats med PMS Objekt Ver. 1.4).

Alla trafikklasser		Klimatzon					
		1	2	3	4	5	6
Tjälfarlighetsklass	3	–	–	200	375	425	1 150
	4	–	–	545	1 000	1 000	1 250

Källa: Tekniskt PM, SCC

Tabell 4.13 Plattöverbyggnader på obundet bärlager, samtliga klimatzoner (mått i mm). Krossat material i förstärkningslager. (Plattor i de olika trafikklasserna måste väljas enligt leverantörens rekommendationer = enl rek).

	Tillåtet antal standardaxlar enligt ATB VÄG Trafikklass enligt VÄG 94			
	0	0	<50 000	50 000 – 500 000
	G*	GC	0*	1
Plattor	enl rek	enl rek	enl rek	enl rek
Sättsand	30	30	30	30
Obundet bärlager	Hela ÖB	80	80	150
Total överbyggnad på terrass av materialtyp:				
1	80	200	220	270
2	80	250		350
3	160	250		290
4	180	250		400
5	220	350		490
*) Svensk Markbetongs egen definition.				

Källa: Tekniskt PM, SCC

Redovisning

I handlingar som beskriver överbyggnad ska följande anges:

1. Trafikbelastning i form av typfordon eller som ekvivalent antal standardaxlar, samt hur prognosen tagits fram för dessa över avsedd teknisk livslängd.
2. Klimatzon.
3. Materialtyper och tjälfarlighetsklasser i vägområdet samt undersökningsmetoder och provtagningsfrekvens för bestämning av dessa.
4. Måttsett överbyggnadskonstruktion med mått för plattor, sättsand, obundet bärlager och förstärkningslager. Observera att uppgift om lämplig kvalitet och tjocklek på plattor kan erhållas från tillverkaren.
5. Krav på jämnhet och kontroll (se kapitel 5 och bilaga D).



5 Utförande

Utförande ska ske enligt projektörens anvisningar. Generella krav på material, packning, lutningar, toleranser, utspetsning m m finns angivna i *Anläggnings AMA 98* samt i *ATB VÄG*.

Kraven på markbeläggningar är beroende av belastningstyp. Beläggningen "låses in" genom följande åtgärder: stabila kantstöd, lämpliga läggningsmönster och välfyllda fogar.

5.1 Överbyggnaden

Förstärkningslagret vilar på terrassen och ska vara jämntjockt. Bärlagret i en markbetongöverbyggnad ska som regel vara obundet. Behöver bärlagrets överyta finjusteras för att minimera materialvandring, men ej förhindra dränering, ska det ske med finmaterial, fraktion 0–16 mm. Dock får mängden finmaterial ej överstiga bärlagrets mängd av finmaterial.

Marksten och plattor ska läggas i 30 mm sättsand. Sättsanden dras av och packas lätt med vibrerande maskin, en överfart. Om sättsand läggs med asfaltläggare behöver inte packning ske eftersom viss vibrering sker vid läggningen.

Runt brunnar sker noggrann packning för att undvika lokala sättningar. Ett sätt att ytterligare förhindra sättningar är understoppning med AG (asfaltgrus).

Marksten och plattor ska läggas med en fog, ca 3 mm bred, och justeras in. Bärigheten i den färdiga beläggningen är beroende av en fogbredd motsvarande minst 2 mm och störst 4 mm.

Ytan kan komma att belastas av arbetsfordon under arbetets gång och därför ska fogarna fyllas med fogsand omgående och kontinuerligt under arbetets framskridande.

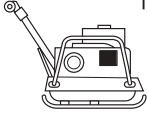
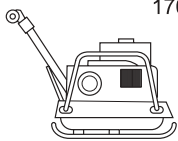
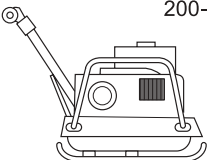
Efter färdig läggning ska ytan rensopas helt och därefter packas lätt med vibratorplatta eller liknande packningsmaskin. Vibratorplattan bör vara försedd med gummiduk. Vibrerande vält ska ej användas. Beläggning med tunnare plattor (< 60 mm) bör ej packas med maskiner. Vibrering ska utföras vinkelrätt eller diagonalt mot löpfogar.

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.

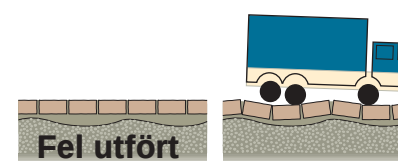
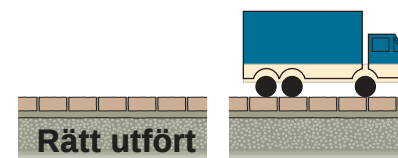
100 mm sten och mer – vibreringsmaskiner med en tjänstevikt på 200–600 kg och centrifugalkraft på ca 30–60 kN.

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

Efter packning av beläggningen ska hela ytan eftersandas så att fogarna helt fylls med sand.

Fogen är en väsentlig del av beläggningen och det är viktigt att fogen sedan är fylld under hela brukstiden för att beläggningen ska bibehålla stabiliteten.

Kontroll av jämnheten i längs- och tvärled sker lämpligen med 3 m rätskiva enligt anvisningar i *Anläggnings AMA 98/ATB VÄG*. Se vidare bilaga D.



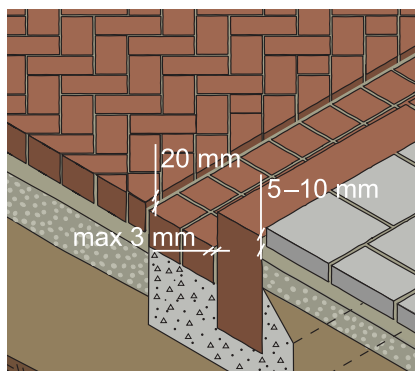
Ett ojämnt eller för tjockt sättsandslager ska alltid undvikas då det oftast ger sättningar eller spårbildningar efter en relativt kort tids belastning.



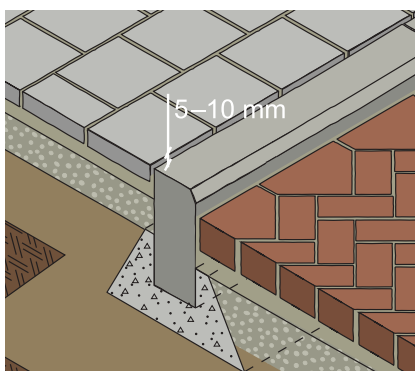
Efter avslutad vibrering eftersandas beläggningen rikligt.

5.2 Kantstöd, förankring

Vid tungt belastade ytor ska kantstöden vara väl förankrade, satta i betong (K20) på alla sidor om beläggningen. Kantstödet och närliggande ytor bör läggas så att de underlättar vattenavrinning. För god vattenavrinning behövs en lutning större än 2,5 procent. Se även kapitel 3.1 och *Anläggnings AMA 98*.

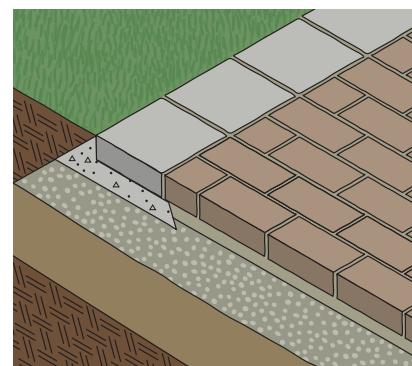


Ränn dalens höjdnivå är lägre än körbanans nivå för att undvika vattensamling på körytan. Notera hur både ränn dal och kantstöd är väl förankrade i betong.

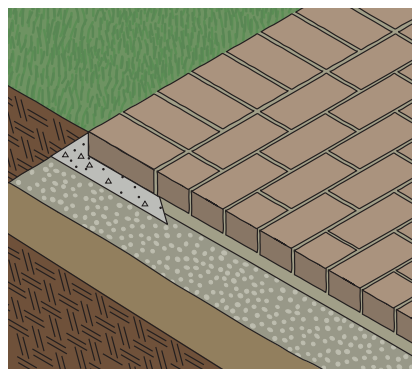


Kantstödet bör ligga några mm lägre än plattorna på gångbanan för att undvika vattensamling och underlätta vattenavrinning från plattbeläggningen. Kantstödet är satt i betong.

Vid lättare belastning kan yttersta raden i en beläggning i stället bestå av ett block, en platta eller en större marksten. För att minska risken för att den yttersta stenen eller plattan blir instabil bör även den sättas i betong eller cementbundet grus.



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



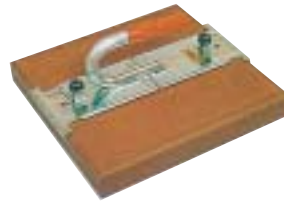
För en GC-väg kan t ex yttersta raden bestå av markstenar. Med fördel sätts dessa i betong eller cementbundet grus.

5.3 Läggningshjälpmedel

För att underlättaläggning av marksten och plattor på större ytor finns en rad olika läggningmaskiner att tillgå. Dessa hjälpmedel förhindrar belastningsskador hos läggningsspersonalen, samtidigt som de ökar produktiviteten i läggningsarbetet.

Markbetongtillverkarna har modern och rationell läggningssutrustning och denna kan hyras ut med maskinist. Det finns både speciella läggningsskärar som kan ta medelstora lyft, 3–4 plattor per lyft, och större maskiner som lyfter ca 1 m² per lyft.

Vid utläggning för hand finns enkla manuella lyfthjälpmedel. Det finns även hjälpmedel för att maskinellt lägga ut och dra av sättsanden samt att fördela fog-sanden jämnt över ytan. Vid maskinell läggning sker all inpassning mot brunnar o dyl för hand.



Enkelt lyfthandtag med justerbar bredd.



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



Läggningsskärar med vakuum.

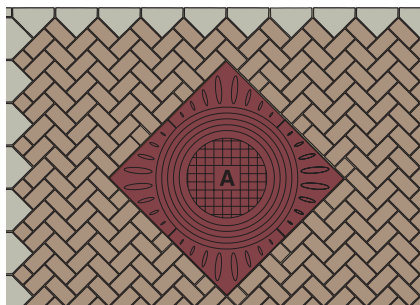


Läggningsskärar med vakuumsug.

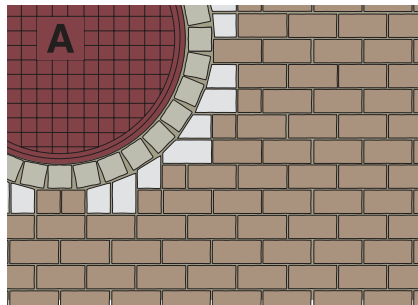
5.4 Måttanpassning, kapning

Planeringen av en markstens-/plattläggning är mycket viktig för att ett effektivt arbete ska uppnås. Kapning bör undvikas och i möjligaste mån bör de kompletteringsdetaljer som markbetongtillverkarna erbjuder användas.

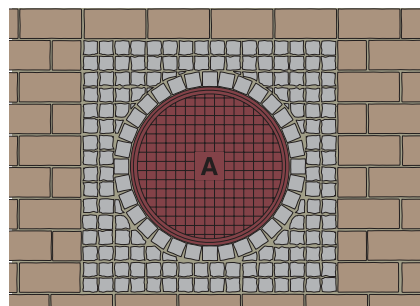
För att underlätta läggning vid brunnar finns kvadratiske passramar av gjutjärn. Alternativt läggs lämpligen halvstenar, kvartsstenar eller andra kompletteringsdetaljer för att undvika onödiga kapningar.



Kvadratisk passram av gjutjärn.

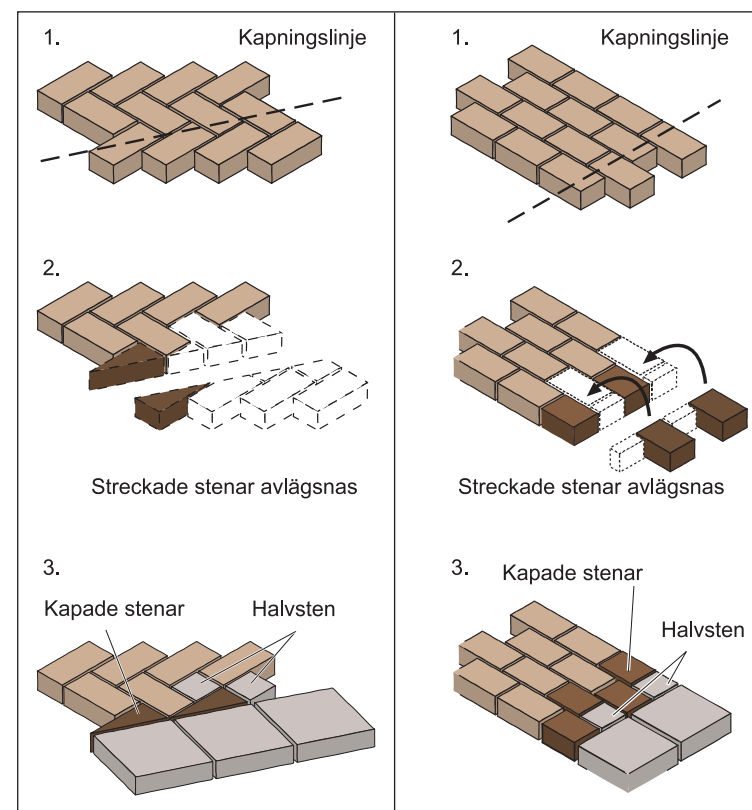


Bra lösning på anslutning till brunn.



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. En sten eller platta ska aldrig bli kortare än 1/3 av normalstenens längd. Om den eftersträvade ytan kräver en kortare sten, kapas istället två stenar.

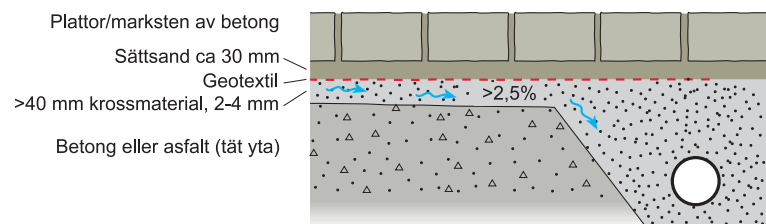


Förslag på kapningar.

5.5 Beläggning på täta underlag

Obundna bärlager ska alltid eftersträvas vid nyprojektering. När plattor och marksten läggs på befintlig asfalt, betongbjälklag eller annat tätt underlag är det viktigt att lösa avrinningen, så att vatten inte blir ”stående” i konstruktionen. Varje enskilt lager ska ha ett fall på minst 2,5 procent och dräneringen ska vara säkerställd.

Tillräckliga erfarenheter saknas för att kunna förorda en generell metod för en markbetongbeläggning på ett bundet bärlager. En variant är att lägga ett lager med 40–60 mm krossmaterial, fraktion 2–4 mm utan finpartiklar, direkt på det täta lagret med en geotextil ovanpå. Därefter läggs ett 30 mm tjockt sättsandslager. Geotextil ska aldrig användas direkt på ett bundet bärlager, eftersom den försvårar vattenavrinningen och håller kvar vattnet i konstruktionen.



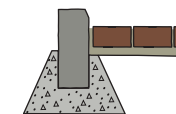
Ett exempel på konstruktiv uppbyggnad när täta underlag används. Dräneringen ska vara säkerställd.

5.6 Drifttagande av beläggningen

En markbetongbeläggning ska vara helt färdig innan den utsätts för avsedd trafik. Den ska ha packats med vibratorplatta eller motsvarande packningsmaskin och alla fogar ska ha efterfyllets med sand.

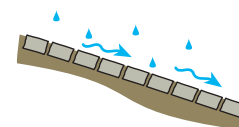
När beläggningen varit i bruk ett tag ska fogfyllningen vid behov kompletteras, vilket säkerställer en lång livslängd.

5.7 Att tänka på



Väl förankrade kantstöd

En inspänd beläggning med väl fyllda 3 mm fogar eliminerar risken för att skador ska uppstå när beläggningen utsätts för trafiklaster.

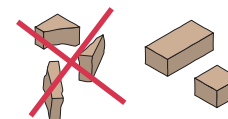


Lutning >2,5%

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.

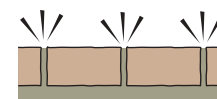


Hela ytan ska vara inspänd



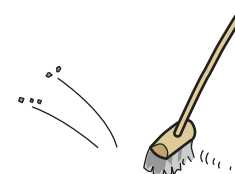
Inga småbitar, alltid större än 1/3-sten

Om kapade stenar används ska den intilliggande raden alltid bestå av hela stenar/plattor. En kapad sten/platta får aldrig vara kortare än 1/3 av normalstenens längd.



Fogar ca 3 mm, helt fyllda

Fogsand skall ha kontinuerlig gradering, ca 0–2 mm. Torr fogsand tränger lättare ner i fogen. Fogarna fylls omgående med fogsand och efter hand under hela arbetets fortskridande för att ytan ska kunna belastas av arbetsfordon. Fogarna efterfylls vid behov tills fogfyllningen blivit stabil.



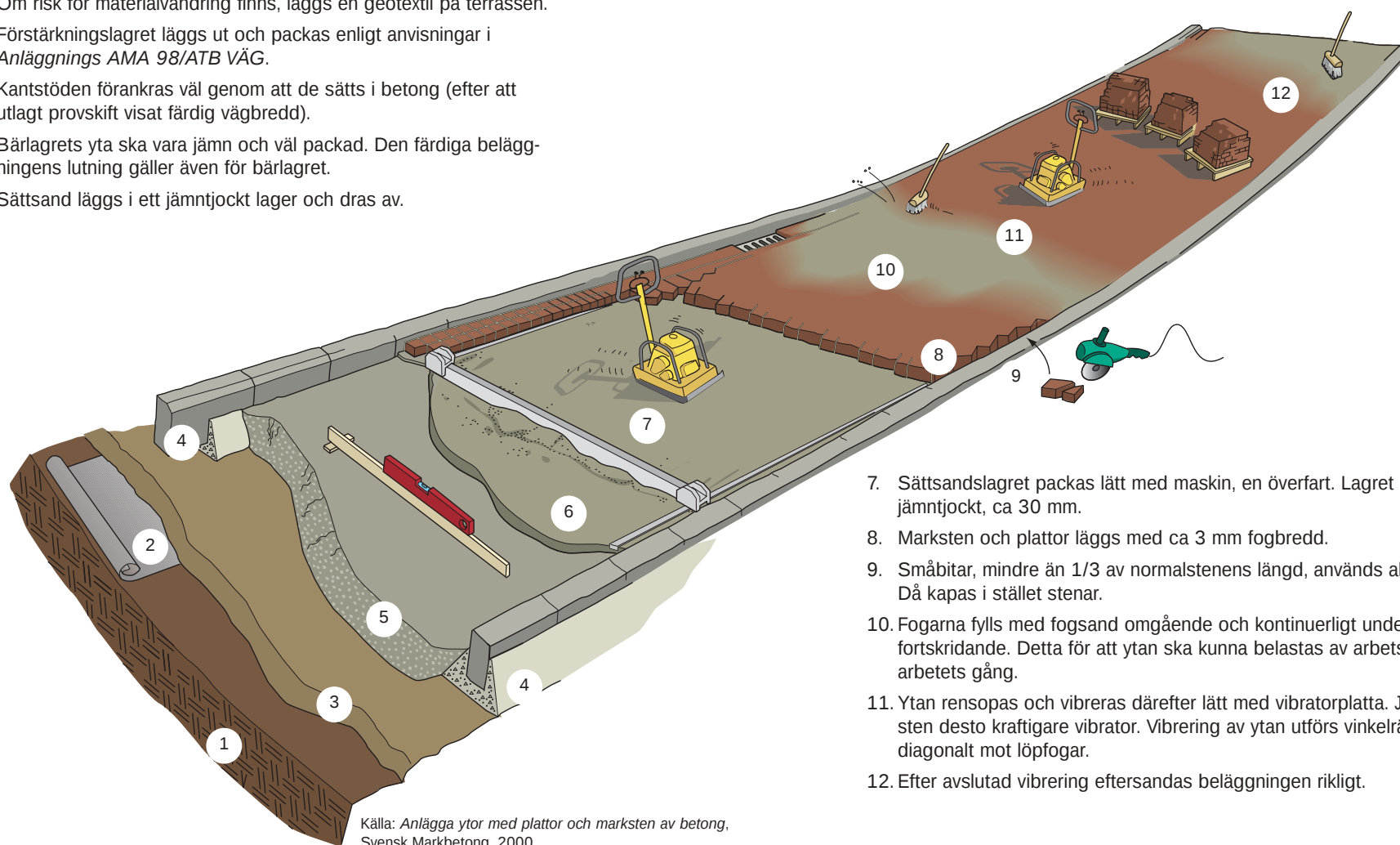
Alltid fyllda fogar

Komplettera omgående med fogsand om fogarna ej är helt fyllda.

Källa: Anlägga ytor med plattor och marksten av betong, Svensk Markbetong, 2000.

5.8 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 *Anläggnings AMA 98/ATB VÄG*.
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. Sättsand läggs i ett jämntjockt lager och dras av.



7. Sättsandslagret packas lätt med maskin, en överfart. Lagret ska vara jämntjockt, ca 30 mm.
8. Marksten och plattor läggs med ca 3 mm fogbredd.
9. Småbitar, mindre än 1/3 av normalstenens längd, används aldrig. Då kapas i stället stenar.
10. Fogarna fylls med fogsand omgående och kontinuerligt under arbetets fortskridande. Detta för att ytan ska kunna belastas av arbetsfordon under arbetets gång.
11. Ytan rensopas och vibreras därefter lätt med vibratorplatta. Ju tjockare sten desto kraftigare vibrator. Vibrering av ytan utförs vinkelrätt eller diagonalt mot löpfogar.
12. Efter avslutad vibrering eftersändas beläggningen rikligt.

Källa: *Anlägga ytor med plattor och marksten av betong*, Svensk Markbetong, 2000.



6 Drift och underhåll

Markbeläggningar med plattor och marksten av betong är i stort sett underhållsfria. Det är helt naturligt att slitage och väderpåverkan förändrar beläggningens utseende. Förändringar i beläggningen kan också bero på lägningsarbetet. Valfyllda fogar och kantstöd är en förutsättning för att betongbeläggningen ska åldras väl. Om läggningen och underhållet varit korrekt kan en beläggning ha mycket lång livslängd.

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

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

Ibland har entreprenören ansvaret för beläggningen under t ex de första två åren, d v s under garantitiden. I förfrågningsunderlag och i de gällande anvisningarna ska krav då ställas som medför att hög kvalitet bibehålls på beläggningen.

Exempel på krav/anvisningar:

- Ojämna sättningar ska åtgärdas omgående.
- Kontroll av ytan ska ske med ett visst tidsintervall.
- Komplettering med fogsand 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 markbetongbeläggning är relativt enkel. Dock är plattor och marksten under det första året känsliga för salthaltigt vatten. Halkbekämpning med salt bör därför begränsas. Fogsanden är lös till en början, men smuts och finpartiklar gör att fogen stabiliseras efter hand. Sugande rengöringsmaskiner och djupborstade sopmaskiner bör undvikas under den första tiden eftersom fogsanden helt eller delvis försvinner. Om de ändå används är det viktigt att komplettera med ny fogsand omgående.

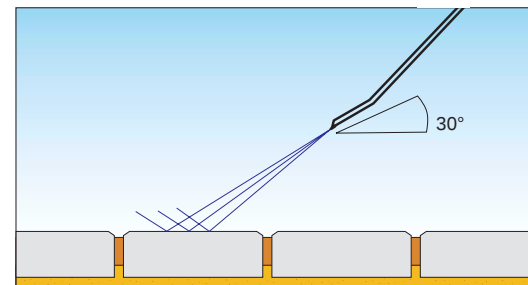


Djupborstade sopmaskiner kan skada fogarna, särskilt på nya beläggningar.

Plattors och markstenars yta mörknar en aning med tiden, på grund av smuts, luftföroreningar och gummiavsättningar från trafiken. Regelbunden rengöring med vatten och borste eller högtryckstvätt, i kombination med rengöringsmedel, tar bort de flesta föroreningar. Det är bättre att regelbundet borsta beläggningen än att högtryckstvätta den en gång om året.

Vid högtryckstvätt 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. För att inte fogarna ska skadas vid högtryckstvätt är det viktigt att vattenstrålen har en vinkel på högst 30 grader mot beläggningen.



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

Om beläggningen drabbas av missfärgning, 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 fogsand försvinner ska fogarna omgående kompletteras med ny fogsand.

Mossa, svamp och alger

Påväxt uppträder ibland på markbetongen 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. Ny fogsand ska då tillföras.

Det förekommer normalt två typer av alger 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 högtryckstvätt. Komplettering av fogsand

fordras efteråt. Tuggummi kan även skrapas bort eller frysas bort med t ex flytande kväve.

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, rost. Rost försvinner i regel av sig själv, men processen kan påskyndas genom högttryckstvättning.

Träimpregnering

Sugs upp med trasa eller papper. Fläcken fuktas sedan med terpentin och täcks med trasa eller papper.

Målarfärg

Vattenbaserad våt färg sugas upp med papper eller trasa. Ytan tvätts sedan med vatten. Våt oljebaserad färg sugas upp med papper eller trasa och täcks med sågspån eller annan oljeabsorberande 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 på intet sätt produktens hållfasthet eller frostbeständighet. Oftast slits kalkutfällningar bort och försvinner efter ca 1–2 år. I regel återkommer de inte när de väl försvunnit.

Följaktligen är det inte nödvändigt att byta ut en markbeläggning med utfällningar. Högttryckstvätt kan användas och då ska komplettering av fogsand ske efteråt. Tillverkarna av plattor och marksten arbetar kontinuerligt med att förbättra produktionsbetingelserna för att minska och på sikt få bort kalkutfällningarna.

Ogräs

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



Ofyllda fogar skapar förutsättningar för ogräs.



Välfyllda fogar håller ogräset borta.

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

Det finns flera sätt att begränsa problem med ogräs:

- Avgränsa väl mot planteringar.
- Fyllda fogar försvårar för ogräset att etablera sig:
 - Det är svårare för ogräsfrö att lägga sig i fogen.
 - Ogräset kan inte växa ostört mellan stenarna.
 - Avvattningen är god, vilket gör fogarna relativt torra.
- Borstning av beläggningen stör tillväxten av ogräs. Ogräset etablerar sig inte på ställen som utsätts för slitage/trafik.
- Det är viktigt att så ofta som möjligt bekämpa det ogräs som kommer upp, så att det inte växer och sprider sig.



Stålbörste för ogräsbekämpning.



Större typ av ogräsbrännare.

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

Icke-mekaniska metoder:

- Besprutning
- Bränning
- Ångning
- Infraröd strålning
- Frysning

Mekaniska metoder:

- Borstning
- Spolning
- Manuell bekämpning
- Sandblästring

Tidigare bekämpades ogräs framför allt med bekämpningsmedel, men på grund av miljöproblem som detta medför används idag allt oftare andra metoder.

Med termisk ogräsbekämpning (bränning) höjs ogräsets temperatur ungefär till kokpunkten med en gasflamma, infraröd strålning eller ånga. Ogräsets cellstruktur sprängs, vilket medför att rötterna torkar ut och dör.

Stålborstar på traktor bör användas med försiktighet. Borstens effekt på beläggnings yta måste kontrolleras kontinuerligt, eftersom en felaktigt inställd borste kan ge onödigt stort slitage.

Mer information om detta finns bl a i *Nolltillväxten* (1996).

6.2 Underhåll

Underhåll av kanter

Om fordon kommer nära kanten av en beläggning som inte är säkrad med kantsten, betong eller stabilt grus, kan belastningen göra att stenarna flyttar sig. Beläggnings 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 väg eller plats sker över beläggnings kanter, är det viktigt att se till att stödremsan inte "växer" över beläggnings ytan. Sand, grus och ogräs medför att rabatten blir högre och avrinningen hindras.

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 beläggnings ytan är lagd med korrekta fogbredder. För smala fogar gör det nästan omöjligt att få stenarna på plats igen.



Specialverktyg för att lyfta enskilda stenar ur en beläggning.

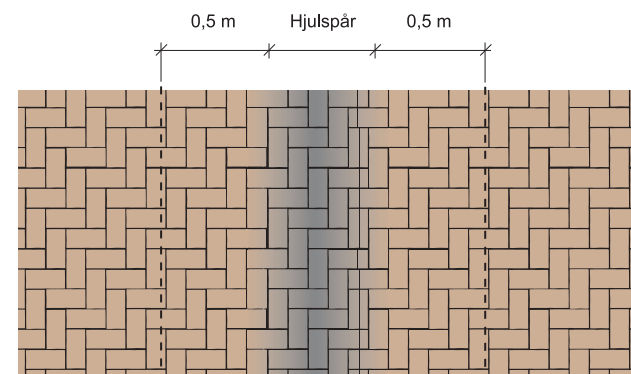
Grävningsarbeten i beläggningen

Bästa resultat vid återskapande av beläggningar uppnås om de uppgrävda materialen kan återfå sin ursprungliga placering och täthet. Materialet som grävts upp bör alltid återanvändas om det är möjligt. Det reparerade och återuppbyggda området får då samma funktionsegenskaper som den övriga markbeläggningen vad gäller bärighet, deformationsegenskaper, dräneringsförmåga och frostresistens.

För att ”få hål” på 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 sättsandslagret, bärlagret och eventuellt förstärkningslager. De uppgrävda materialen läggs var för sig och skyddas mot regn och frost.

Innan man börjar återuppbyggnadsarbetet ska man ta upp

stenar runt om 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



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

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.

Det är viktigt att tänka på följande vid grävningsarbeten:

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 markstens/plattans båda sidor.

Sätt stenarna för högt

Sättsandslagret ska ligga ca 10–15 mm högre än de omgivande markstenarnas nedre del. 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 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 fogsanden i fogarna. Därefter vibreras stenarna på plats. Det är i regel nödvändigt att efterfylla med fogsand under vibreringen.

Punktreparationer

Ibland behöver man byta markstenar i en beläggning. Man kan då med fördel ta stenar från ett mindre iögonfallande område av beläggningen, där sedan de nya stenarna läggs. Beläggningens utseende kan då oftast behållas. Om inte detta går kan nya stenar ”åldras” med en blandning av vatten och smuts.

Åtgärda deformationer och hjulspår

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

- För tunn överbyggnad.
- Betongbeläggningen utsätts för större belastning än vad den är beräknad för.
- Trädrötter lyfter upp beläggningen.
- Tjällyftning av beläggningen.
- Otillräcklig dränering.

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 sättsanden och bärlagret, vilket kan ge ännu större effekter av framtida belastningar.

På beläggningar med begränsad trafik avsätts föroreningar i sättningarna. Dessutom bildas ofta alger, svamp och mossor.

Sättningar och spårbildning åtgärdas genom att man tar upp plattorna/markstenarna och justerar bärlagret och/eller sättsandslagret. Om ytan ska trafikeras justerar man med bärlagermaterial. Eventuella trädrötter tas bort. Vid kraftig spårbildning kan hjulspårslagning 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.

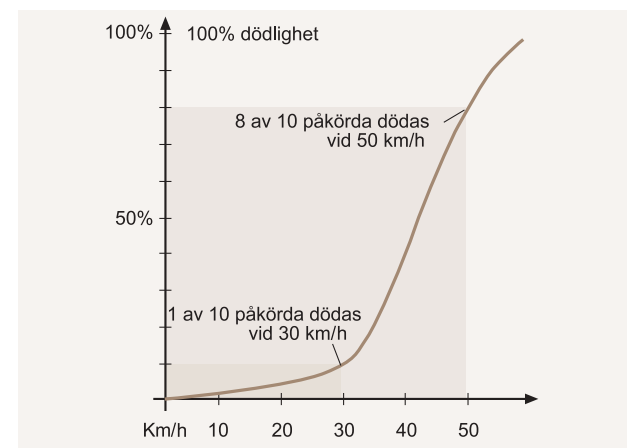


7 Trafiksäkerhet

Alltsedan mitten av 1950-talet har hastighetsgränsen i tätort varit 50 km/h. Fram till nu har möjligheterna till avvikelse från bashastigheten 50 km/h varit mycket begränsade.

Reformgruppen "Säkrare trafikmiljö i tätort" som består av representanter från Svenska Kommunförbundet, Vägverket och Rikspolisstyrelsen redovisar i sitt reformprogram med samma namn tre grundläggande gatutyper för blandtrafiknätet. Dessa är *gångfartsgata*, *30-gata* och *50/30-gata*.

Reformgruppen gör bedömningen att gångfartsgator kommer att utgöra 20–30 procent av gatorna i tätort år 2010. Ytterligare 20–30 procent kommer att vara 30-gator och en lika stor andel 50/30-gator.



Källa: *Säkrare trafikmiljö i tätort*, (1997)

Diagrammet visar sambandet mellan hastigheten och den procentuella risken att dödas vid en kollision mellan en oskyddad trafikant och en bil. Om hastigheten sänks från 50 till 30 km/h ökar chansen att överleva vid en kollision markant.

Trafikleder med hastigheten 70 km/h kommer endast att utgöra 10–20 procent. Det är inte bara hastigheten som skiljer sig åt på de olika gatorna utan också andra trafikantbeteenden, t ex hur och var gående och cyklister korsar gatan.

På grund av markbetongbeläggningsens fogar upplever bilföraren svaga vibrationer som kan öka uppmärksamheten och även bidra till lägre hastighet. En vacker utformning som gör att gatan upplevs trängre än äldre traditionella asfaltvägar med mycket breda sektioner, kan också bidra till lägre hastigheter.

Genom att arbeta systematiskt med mönster och färg kan tydliga signaler sändas till trafikanterna. Om en viss beläggning används konsekvent kan trafikanten lätt ”känna igen sig” och därmed också lägga sig till med ”rätt” beteende. Det leder till ökad orienterbarhet och en medvetenhet hos trafikanter vilket är önskvärt i ett blandtrafiksystem.

7.1 Orienterbarhet och tydlighet

I Svenska Kommunförbundets skrift *Lugna Gatan* (1998) redovisas ett förslag till planeringsprocess där trafiknätsanalys är ett av processtegen. I skriften framhålls att den fysiska utformningen av trafikmiljön bör vara så enkel och tydlig att den blir ”självförklarande”.

De tre grundläggande gatutyperna för blandtrafiknätet, vilka förordas i *Lugna Gatan*, ska användas vid klassificering av gatunätet i trafiknätsanalysen.

För varje gatutyp föreslår Svensk Markbetong ett lämpligt utförande med avseende på beläggingsmaterial. Detta skulle kunna skapa de efterfrågade tydliga signalerna för trafikanterna.



Gångfartsgatan ingår i lokalnätet och är utformad för att vara ett gemensamt uterum för alla som bor eller har ärende längs gatan. *Gångfartsgatan kan med fördel beläggas helt med marksten i betong.* Detta inbjuder inte till höga hastigheter utan talar tvärtom om för bilisterna att de befinner sig i gångtrafikanternas miljö. Gångfartsgatan är inte uppdelad i skilda banor. Den ska hastighetssäkras genom en utformning som medför att bilar har högst gångfart och lämnar de gående företräde.



30-gatan ingår i lokalnätet och har inga separerade cykelbanor. Gångbanorna är dock avskilda med kantsten. Gående och cyklister kan korsa gatan var som helst och inga särskilda gång- och cykelöverfarter finns. Dock ska platser, där behovet att korsa gatan är stort, utformas med sänkta kantstenar och förhöjningar för att säkerställa bekväma passager för funktionshindrade personer. *Lämpligen beläggs 30-gatan med marksten och eventuella förhöjningar kan avvika materialmässigt samt t ex ha samma färg som gångbanan, för att göra bilisterna mer uppmärksamma.*



50/30-gatan ingår i regel i huvudnätet, men särskilt i innerstaden är den ofta samtidigt lokalgata för de som bor, arbetar eller har butiker längs gatan. Körbanan har normalt ett körfält i vardera riktningen och har både cykelbanor och breda gångbanor. Korsande gång- och cykeltrafik styrs till särskilda passager, där hastighetssäkring för 30 km/h sker. *Lämpligen beläggs hela gatan med marksten och passager för gång- och cykeltrafik beläggs med marksten i avvikande färg för att på ett tydligt sätt göra bilisterna uppmärksamma på korsningen samt signalera att en lägre hastighet råder.*



Cykelbana. För att ge tydliga signaler till alla trafikanter kan t ex en *marksten med röd färg* indikera cykelbana. Internationellt är detta vanligt.



P-plats där markstenar i avvikande färg markerar respektive plats.

7.2 Förbättringar för funktionshindrade

I de mer komplexa utemiljöerna kan de synskadade få problem med orienteringen. Den synskadade kan dock relativt lätt finna en säker väg på en gångbana där det finns en klart markerad kantsten att följa. I moderna innerstadsmiljöer har de traditionella gatorna alltmer ersatts av gågator, utan separata gångbanor, men med gatumöbler och planteringar och ofta förekommande skyltställ, försäljningsstånd m m. I denna miljö är det svårt för synskadade att röra sig bland stora mängder fotgängare och cyklister utan distinkta leder att följa. Med hjälp av plattor med taktilt mönster kan riktningen till övergångsstället eller bussens entrédörr markeras.



Dessa plattor har som funktion att ge riktningssinformation för synskadade.



Platta som ger synskadade lägesinformation.

Genom att låta övergångsställen ha samma nivå som omkringliggande gångbanor underlättas framkomligheten för rullstolar.

För personer med nedsatt orienteringsförmåga kan en tydlig struktur med enhetliga färger eller kombination av små och stora plattor förbättra orienterbarheten.

7.3 Övergångsställen

När de nya reglerna för övergångsställen trädde i kraft den 1 maj år 2000 innebar det att ”vid ett obehäskat övergångsställe har fordonsförare väjningsplikt mot gående som gått ut på eller just ska gå ut på övergångsstället”.

Gående bör kunna korsa gatan med god trafiksäkerhet, god framkomlighet och dessutom god tydlighet. Utformning av beläggningen kan ske enligt det förslag som redovisas för 50/30-gatan på sidan 83.



Nedsänkt kantstöd och ordentligt markerad passage för gångtrafikanter.

FAKTARUTA – Trafiksäkerhet

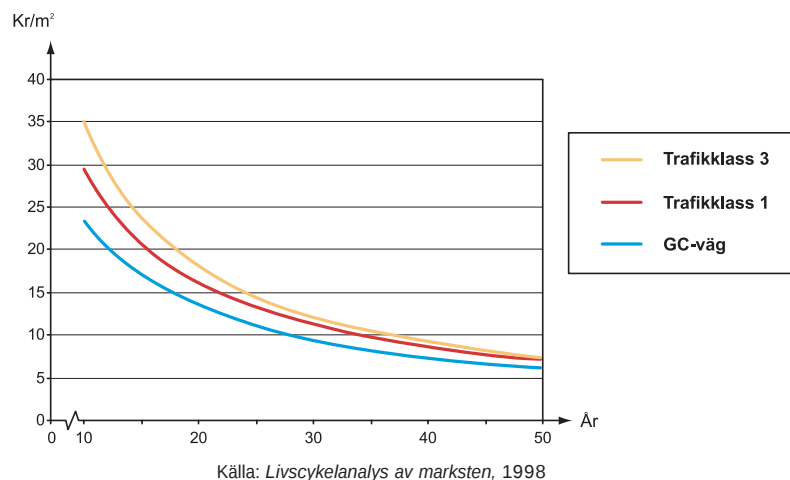
- På grund av markbetongbeläggningens fogar upplever bilföraren svaga vibrationer som vanligtvis ökar uppmärksamheten och kan bidra till att en lägre hastighet hålls.
- Genom att arbeta systematiskt med mönster och färg kan tydliga signaler sändas till trafikanterna.
- Med ett medvetet val av olika specialplattor och marksten kan ökad orienterbarhet och andra förbättringar åstadkommas för de funktionshindrade.
- För varje gatutyp i reformprogrammet *Säkrare trafikmiljö i tätort* (1997) föreslår Svensk Markbetong ett lämpligt utförande med avseende på beläggningssmaterial, vilket skapar de efterfrågade tydliga signalerna för trafikanterna.



8 Ekonomi

Infrastruktursatsningar är långsiktiga, 30–50 år. Därför är det viktigt att det ekonomiska beslutsunderlaget, likväl som det tekniska, beaktar de långsiktiga effekterna. Studier har genomförts där en kontinuerlig årlig investering i markbetongbeläggningar, tillsammans med nödvändiga underhållsåtgärder prognostiserades. Det visar sig att dessa investeringar på sikt ger ett ökande vägkapital. Förutom att beställaren får ett stort vägkapital genom att välja hög kvalitet på slitlagret så visar utredningar även att man samtidigt får färre trafikolyckor.

I diagrammet nedan har totalekonomin för en markbetongbeläggning i tre olika trafikklasser illustrerats. Resultaten redovisas som en förmodad årskostnad, d v s summan av investerings- och underhållskostnader fördelad över tid.



Förmodad årskostnad (investering + underhåll) för tre olika markbetongbeläggningar. Årskostnaden för underhåll är ca 0–2 kr/m².

Genom sin långa livslängd och låga underhållskostnader är markbetongbeläggningen ekonomiskt fördelaktig trots en initialt kostsam investering. Skriften *Livscykelanalys av marksten* (1998) har visat att belysningens förbrukning av primärenergi motsvarar ca 30 procent av den totala energibelastningen för en gata under dess livslängd. Det innebär att om man lägger en ljus markbetongbeläggning, med bättre reflektion och lägre belysningsbehov, kan energikostnaderna reduceras. Alternativt kan man med bibehållen belysningseffekt bidra till ett ljusare gaturum och en tryggare trafikmiljö, tack vare den ljusa ytans goda reflektion.

FAKTARUTA – Ekonomi

- Investeringar i gator och vägar påverkar ekonomi, funktion och utseende under mycket lång tid framöver och det är viktigt att det ekonomiska beslutsunderlaget beaktar de långsiktiga effekterna.
- För en beställare, t ex en kommun, som årligen investerar i gator, behövs resurser även till underhåll. Underhållsbehovet är en stor post och markbetongbeläggnings långa livslängd bör alltid ingå som en faktor i totalkostnadsberäkningarna.
- Förmodad årskostnad: investering + underhåll, har studerats för en markbetongbeläggning i tre olika trafikklasser (GC, 1 och 3). Jämfört med natursten är marksten av betong initialt billigare. Jämfört med asfalt är årskostnaden för markbetongbeläggningen konkurrenskraftig efter ca 15 år.
- Behovet av belysningseffekt är mindre för en ljusare beläggning och bör därför alltid uppmärksammas vid totalkostnadsberäkningar.



9 Övriga aspekter

9.1 Miljö

Vid tillverkning av markbetongprodukter används alltmer krossat bergmaterial i ballasten och andelen naturgrus minskar. Detta är i linje med nationella miljömål.

Plattor och marksten är anpassade för kretslopp eftersom de direkt kan återanvändas. Det sker sedan länge naturligt vid t ex mark- och ledningsarbeten i gator.

Betong kan också återvinnas, och ett lämpligt användningsområde är som ballast i vägar. Med rätt krossning och sortering blir materialet både styvt och stabilt, i vissa fall med bättre värden än konventionellt bärlagermaterial. I många delar av Europa finns regler för denna användning och i dessa länder byggs rutinmässigt vägar med krossad betong i vägöverbyggnaden. I Norden pågår flera forskningsprojekt om återanvändning av krossad betong i vägkonstruktionen och en snabbt ökad användning kan förutses. Med rätt kornstorleksfördelning är krossad betong inte tjälfarlig.

Vid tillverkning av markbetongprodukter blir det ett mindre spill av betong. Detta är ett mycket lämpligt material att krossa och att använda för vägbyggen då det, till skillnad från rivningsmassor, är rent från andra material. Försök har också gjorts där markbetongprodukter har tillverkats med ballastmaterial bestående av en viss andel krossad restbetong. Mer information om användning av krossad betong som ballast i gator och vägar finns i *Återvägen VTI Notat 67-1999*.

Den totala miljöpåverkan hos markstensbeläggningar har undersökts i en livscykelanalys, LCA. I analysen studerades miljöpåverkan för en gata både under tillverkningen och under nyttjandeskedet. Det innebär att miljöpåverkan från både gatubelysningen och den förväntade trafiken på gatan också ingår. I den LCA som har genomförts av markbetongbeläggningar framgår det att miljöbelastningen knuten till belysningen samt trafikarbetet tillsammans utgör ca 90 procent av den totala miljöbelastningen. Stora miljöförbättringar erhålls därför främst genom att minska dessa faktorer. En betongbelagd ljus yta kräver mindre belysning för att uppnå samma resultat som en mörk asfaltyta. Det medför att både pengar och miljö kan sparas.

Som ett led i miljöarbetet har tillverkarna tagit fram byggarvodeklarationer för plattor och marksten av betong.

FAKTARUTA – Miljö

- Återanvändning av hela plattor och markstenar, t ex när schaktarbeten sker i gatan, minskar miljöbelastningen.
- Krossad betong är ett material som är lätt att återvinna och lämpar sig väl att använda som bär- och förstärkningslager i vägöverbyggnader.
- LCA-studier har visat att miljöbelastningen knuten till belysningen samt trafikarbetet tillsammans utgör ca 90 procent av den totala miljöbelastningen för en markstensbeläggning. För belysta gator krävs minst belysning för en naturligt ljus betongbeläggning. Detta medför minskad miljöbelastning.

9.2 Buller

Utomhus anges riktvärdet 55 dBA vid fasad för trafikbuller enligt Regeringens proposition 1996/97:53. Detta gäller vid nybyggnation eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur. Åtgärder som minskar bullret bidrar, förutom till bättre boendemiljö, även till att åstadkomma en tryggare och lugnare miljö för människor som vistas i trafiken.

Markbetongbeläggningar på gator i tätorter ger möjligheter att åstadkomma en trivsamt varierad gatumiljö. Rätt utformad ger den inte heller högre ljudnivåer utomhus.



Upp till 30 km/h orsakas bullret huvudsakligen av bilarnas motorljud. Därför kan man oftast inte uppmäta några större skillnader i ljudnivåer utomhus mellan asfaltbeläggningar och markbetongbeläggningar.

Vid högre hastigheter dominerar buller från kontakten mellan bildäcket och vägbanan över bilens motorljud. Vid 50 km/h är ljudnivån ca 5 dB högre än vid 30 km/h. Mätningar visar att en beläggnings ljudnivå då beror på dess ytstruktur. Jämförande

mätningar för asfalt- respektive markbetongbeläggningar visar att ljudnivån normalt är ungefär densamma. Då ytstrukturen på markbetongtytor kan varieras genom val av stenstorlek, stenens format och läggningsmönster, skiljer sig mätresultaten för olika markbetongbeläggningar mer från varandra än vad olika konventionella asfaltytor gör. Det finns alltså möjligheter att komma ner till ännu lägre ljudnivåer för markbetongbeläggningar genom att optimera läggningsmönster och stentyp.

Olika beläggningar ger, även om de har samma ljudnivå utomhus, olika vägljud inne i bilen. Generellt är ljudnivån på förarplats ofta högre vid körning på marksten än vid körning på asfalt. Skillnader i ljudnivå och ljudkaraktär vid övergångar mellan olika beläggningsmaterial gör att föraren märker en förändring. Genom att kombinera olika beläggningar erhålls en mer uppmärksam körning.

FAKTARUTA – Buller

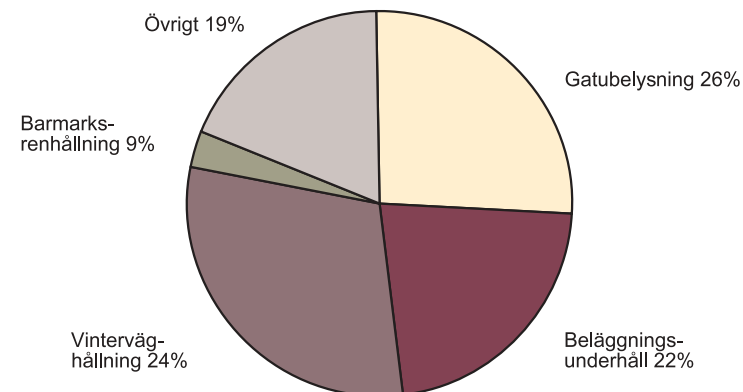
- Vid 30-gator erhålls utomhus en låg ljudnivå. Ljudnivåerna vid dessa hastigheter domineras av motorljud, varför det generellt är små skillnader mellan marksten och normal asfalt.
- Vid 50-gator erhålls utomhus ca 5 dB högre ljudnivå. Ljudet från kontakten mellan bildäcket och vägbanan dominerar. Detta buller beror på beläggningens ytstruktur. Genom att arbeta med stentyp, format och läggningsmönster kan markbetongbeläggningen ge lägre ljudnivåer än asfalt.
- Ljudet inne i bilen är olika vid markbetongbeläggning respektive asfalt. Genom att kombinera olika beläggningar erhålls en mer uppmärksam körning.

9.3 Belysning

Belysningen är en viktig del i gatans utformning, bl a mot bakgrund av att mer än 1/3 av alla olyckor sker i mörker. Detta trots att trafiken under mörker endast utgör drygt 1/4 av den totala trafiken.

Markbetongprodukter har en betydligt högre ljushetsgrad, reflekterande förmåga, än asfalt. Detta betyder att en markbetongbeläggning inte kräver samma höga belysningseffekt som en asfaltyta.

Med markbetongbeläggningar finns också alla förutsättningar att skapa ljusa öppna platser som ger trygghet och trivsel. Beläggningar kan med god planering, och genom deras form och färg, belysta på rätt sätt fungera som ledande stråk till och från bostadsområden, centra, torgplatser, skolor m m.



Källa: Kommunernas väghållning, 1996

Drygt 1/4 av kommunernas drift- och underhållskostnader för vägnätet utgörs av gatubelysning. En ljus markbetongbeläggning kan innebära stora besparingar.

Sikt och perspektiv kan förlängas och breddas vid goda ljusförhållanden, t ex när dagsljus, solljus eller belysning reflekteras på en beläggning. Gatan upplevs därmed öppnare och oavsett färd-sätt slipper man osäkerhet när man rör sig i gaturummet.



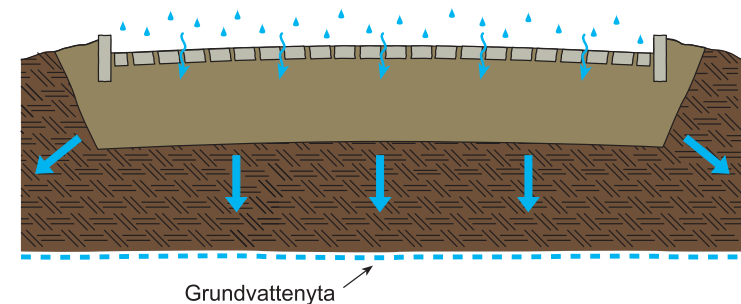
Vid övergångsställen inträffar alltför många mörkertrafikolyckor. Användning av ljusa beläggningar kan bidra till ökad trafiksäkerhet.

FAKTARUTA – Belysning

- Med markbetongbeläggningar finns förutsättningar för att skapa ljusa, öppna platser som ger trygghet och trivsel.
- Genom att använda en ljus beläggning är det möjligt att öka trafiksäkerheten vid bl a övergångsställen.
- Drygt 1/4 av kommunernas drift och underhållskostnader för vägnätet utgörs av gatubelysning. Ljusa beläggningar, av t ex betong, kan innebära stora energibesparingar.

9.4 Dränerande beläggning

I normala överbyggnader är det viktigt att begränsa mängden fukt. Hårdgjorda ytor kräver dock avledning av dagvattnet vilket i sin tur påverkar vattenbalansen i området. Därför används ibland speciella överbyggnader som är dimensionerade för att dagvattnet ska infiltrera, d v s rinna genom beläggningen och samlas upp i överbyggnaden för att därefter ledas till omgivande mark. Dessa överbyggnader benämns LOD-anläggningar (Lokalt Omhändertagande av Dagvatten) och är till skillnad mot vanliga överbyggnader dimensionerade för att klara större mängder vatten i konstruktionen.



Principiell skiss av tvärsektion genom gata med öppen överbyggnad. Öppna överbyggnader har fördelar bl a i att de bibehåller vattenbalansen i området och innebär ofta också ett förenklat byggnadssätt med minskat behov av brunnar och ledningar för dagvatten vilket ger lägre byggkostnader.

Öppna överbyggnader ställer i gengäld speciella krav på ingående material och utförande. Ofta minskar också beläggningen bär-förmåga, vilket gör dessa ytor mindre lämpliga för tung trafik. Där risk för farliga utsläpp föreligger bör eventuella magasin utföras med tätande skikt mot underliggande mark så att dagvattnet enbart fördröjs innan avledning sker.

Markbetongprodukter kan med fördel användas som beläggning för öppna överbyggnader. Ytans infiltrationskapacitet bör

vara minst 1–2 mm/min för att vanligt förekommande nederbörds-mängder skall kunna infiltreras. Ytor med gräsarmeringssten och etablerad vegetation erhåller normalt den infiltrationskapacitet som krävs för denna avvattning. Överbyggnaden konstrueras då på samma sätt som övriga öppna överbyggnader.

Mätningar på befintliga beläggningar visar att infiltrations-hastigheten för normala markbetongbeläggningar är cirka 0,2–0,3 mm/min, vilket ger en viss, men ej tillräcklig, infiltration.

Markstensbeläggning med bredare fogar och något grövre fraktion för sätt- och fogsand har då använts för att erhålla erforderlig infiltration. Beroende på tillförsel av finmaterial från trafik och nederbörd finns dock en risk för att fogarna med tiden sätts igen. Viss kompletterande vattenavledning krävs för att undvika vatten-samlingar vid mycket kraftig nederbörd.

Infiltration av dagvatten kan vara lämplig på lågtrafikerade ytor som t ex parkytor, brandgator, parkeringar och bostadsgator för lättare trafik. Ofta kombineras lokalt omhändertagande av dag-vatten med en grön markbeläggning. Ett flertal gräsarmeringsplat-tor och gräsarmeringsstenar finns tillgängliga för detta ändamål.



Olika typer av gräsarmeringssten.

Dock bör inte sådana beläggningar anläggas om ytan trafikerats hårt, dels med tanke på de då dåliga växtbetingelserna, dels för att beläggningen inte tål större trafikbelastningar.

För gräsarmerade ytor används en fogsand som till 50 procent består av växtjord och till 50 procent av traditionell fogsand. Ren växtjord ska undvikas på grund av att de små jordvolymerna lätt torkar ut och att jorden packas hårt vid belastning från däckstryck.

Ytorna bör besås med tåliga grässorter t ex Ängsgröe 40–60%, Hårdsvingel 10–20%, Rödven 10–20%.

Sättsanden kan bestå av en mindre fraktion (0–2 mm) och en viss inblandning av lera (ca 15 procent).

Hålen i produkterna ska fyllas till överkant. Den första tiden är det viktigt att bevattning sker kontinuerligt och trafik bör inte släppas på förrän gräset har etablerat sig.

FAKTARUTA – Dränerande beläggning

- Med öppna överbyggnader avses överbyggnader där beläggningen släpper igenom vatten vilket samlas upp och magasineras i överbyggnaden för att därefter normalt ledas till omgivande mark. Detta leder till bibehållen vattenbalans i området och ofta minskat behov av brunnar och ledningar.
- Markbetongbeläggningar utförda med specialstenar avsedda för dränerande beläggning är lämpliga för öppna överbyggnader. Ytans infiltrationshastighet dimensioneras då till minst 1–2 mm/min så att vanligt förekommande regnmängder kan infiltreras.
- Öppna överbyggnader med markbetongprodukter som beläggning har i princip samma för- och nackdelar som öppna överbyggnader med andra beläggningsmaterial.

10 Referenser

- Mark AMA 83*, Svensk Byggtjänst, 1983
- RA 83 Mark*, Svensk Byggtjänst, 1983
- Lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD*,
VAV P46, Svenska vatten- och avloppsföreningen, 1983
- Jordarternas indelning och benämning*, SGF 81, Byggforskningsrådet,
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
- VÄG 94*, Vägverket, 1994
- Beräkning av tjällyftningen i en vägkropp*,
Metodbeskrivning 906:1994, H Wirstam, Vägverket, 1995
- Kommunernas väghållning*, Svenska Kommunförbundet, 1996
- Nolltillväxten – Så förebygger vi ogräsproblem på hårdgjorda ytor*,
Svenska Kommunförbundet, 1996
- Säkrare trafikmiljö i tätort*,
Svenska Kommunförbundet, Rikspolisstyrelsen och Vägverket, 1997
- Infrastrukturinriktning för framtida transporter*,
Regeringens proposition 1996/97:53
- Miljöanpassad projektering*, Arkitekt- och Ingenjörsföretagen, 1997
- Dauerhafte Verkehrsflächen mit Betonpflastersteinen*,
F Wellner, M Köhler, D Ulonska, 1997
- Tillståndsbedömning av markstensytor*,
B-Å Hultqvist, B Carlsson, VTI notat 73-1997
- Livscykelanalys av marksten*,
G Ölund och T Rydberg, Chalmers Industriteknik, 1998
- Lugna gatan*, Svenska Kommunförbundet, 1998

Gata för människor, Svensk Markbetong, 1998

Faktablad om icke-kemisk ogräsbekämpning,
Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp

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

Whole Life Costing, PIARC Committee CT 7,
subcommittee 5: Whole Life Costing, 1999-03-30

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

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

Återvunna byggnadsmaterial, BÅ99, Boverket, 1999

Anläggnings AMA 98, Svensk Byggtjänst, 1999

RA 98 Anläggning, Svensk Byggtjänst, 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

ATB VÄG, Vägverket Publ. 2001:111

*Betonbeläggningar – 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

Bilaga A Hänvisning till *Anläggnings AMA 98*

På följande sida finns hänvisning till relevanta koder från *Anläggnings AMA 98* med tillhörande *RA 98 Anläggning*. Dessa koder kan vara användbara vid projektering och vid upprättande av arbetsbeskrivningar för markbetongbeläggningar.

Koder enligt *Anläggnings AMA 98* och *RA 98 Anläggning*

DCB	OBUNDNA ÖVERBYGGNADSLAGER FÖR VÄG, PLAN O D
DCB.21	Förstärkningslager till överbyggnad med flexibel konstruktion och med bitumenbundet slitlager, betongmarkplattor m m
DCB.31	Obundet bärlager till belagda ytor
DCG	MARKBELÄGGNINGAR AV GATSTEN, BETONGMARKPLATTOR, BETONGMARKSTEN, MARKTEGEL O D
DCG.2	Beläggning av betongmarkplattor, betongmarksten o d
DCG.21	Beläggning av betongmarkplattor
DCG.22	Beläggning av betongmarksten
DCG.31	Beläggning av gräsarmeringsplattor av betong
DED	RÄNNDALAR OCH YTVATTENRÄNNOR
DED.1	Ränndalar
DED.12	Rännal av betongmarkplattor

Bilaga B Dimensioneringsexempel

Nedan följer åtta dimensioneringsexempel. Punkterna i exemplen följer arbetsgången för konstruktiv utformning i kapitel 4.2 och 4.3. Även de tabeller m m som används i exemplen återfinns i kapitel 4.

Marksten

<i>Exempel 1</i>	<i>Gångfartsgata i Norrköping</i>
<i>Exempel 2</i>	<i>30-gata i Helsingborg</i>
<i>Exempel 3</i>	<i>Torgyta i Jönköping</i>
<i>Exempel 4</i>	<i>50/30-gata i Sundsvall</i>
<i>Exempel 5</i>	<i>Gång- och cykelväg i Falun</i>
<i>Exempel 6</i>	<i>30-gata i Örebro</i>

Plattor

<i>Exempel 1</i>	<i>Enkel bestämning av trafikklass. Lokalgata i Norrköping</i>
<i>Exempel 2</i>	<i>Detaljerad bestämning av trafikklass. Lokalgata i Sundsvall</i>

Marksten – exempel 1. Gångfartsgata i Norrköping

Förväntad trafikmängd öppningsåret är 500 fordon/dygn (ingen trafikökning förväntas ske). Trafikmängden fördelar sig över hela ytan, $\dot{A}DT_k = 500$.

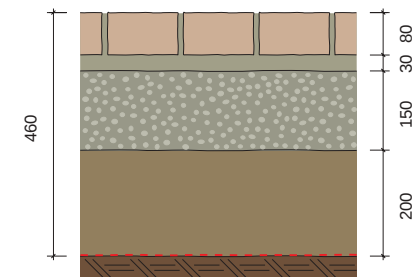
Material i terrassen är en lerig morän (Le Mn).

Krossat material i förstärkningslagret ska användas.

1. Bestäm trafikmängd.
Andel tunga fordon antas vara 5% av den totala $\dot{A}DT_k$.
Ekvivalent antal standardaxlar per fordon antas vara 1,3 (exakt uppgift saknas).
Avsedd teknisk livslängd väljs till 30 år.
Formel 4.4 används.
$$N_{ekv} = \dot{A}DT_k \cdot A \cdot B \cdot 365 \cdot n$$
$$N_{ekv} = 500 \cdot 0,05 \cdot 1,3 \cdot 365 \cdot 30 = 355\,900 \text{ standardaxlar.}$$

Tabell 4.5 ger trafikklass 1.
2. Fastställ materialtyp i terrassen.
Terrassen består av en lermorän (Le Mn) som enligt tabell 4.2 ger materialtyp 4.
3. Dimensionera överbyggnadslagren.
Trafikklass 1 och materialtyp 4 ger, genom tabell 4.6, att den totala överbyggnadstjockleken ska vara 460 mm.
Marksten 80 mm
Sättsand 30 mm
Obundet bärlager 150 mm
Förstärkningslager 200 mm (krossat material)

4. Beräkningen av överbyggnadens tjocklek förutsätter en 80 mm tjock sten. Val av marksten samt läggningsmönster kontrolleras alltid med leverantören. I detta fall väljs en rektangulär marksten, 80 mm tjock, lagd i fiskbensmönster diagonalt mot körriktningen vilket enligt leverantören uppfyller kraven för denna gatas ändamål.
5. Ingen förändring av stentjockleken – justering av förstärkningslagrets tjocklek är därför inte aktuell (vilket annars sker med hjälp av tabell 4.7).
6. Förstärkningslager ska i detta fall bestå av krossat material – justering av förstärkningslagrets tjocklek är därför inte aktuell (vilket annars sker med hjälp av tabell 4.8).
7. Bestäm tjälfarlighetsklass och klimatzon.
Terrassen består av en lerig morän (Le Mn) vilket i tabell 4.3 ger tjälfarlighetsklass 3. Kartan i figur 4.1 ger klimatzon 2.
8. Kontroll av överbyggnadstjocklek m h t tjälfarlighet.
Trafikmängd (enligt punkt 1 ovan) innebär att tabell 4.9 ska användas. Tjälfarlighetsklass 3 och klimatzon 2 innebär att tjällyftningen är liten.
9. Överbyggnadstjockleken m h t bärighet är dimensionerande och ska väljas. 460 mm.



Marksten – exempel 2. 30-gata i Helsingborg

Förväntad trafikmängd öppningsåret är 2 400 fordon/dygn och körfält (ingen trafikökning förväntas ske). $\dot{A}DT_k = 2\,400$.

Material i terrassen är en siltig grus (si Gr).

Krossat material i förstärkningslagret ska användas.

1. Bestäm trafikmängd.

Andel tunga fordon antas vara 7% av den totala $\dot{A}DT_k$.

Ekvivalent antal standardaxlar per fordon antas vara 1,3 (exakt uppgift saknas).

Avsedd teknisk livslängd väljs till 30 år.

Formel 4.4 används.

$$N_{ekv} = \dot{A}DT_k \cdot A \cdot B \cdot 365 \cdot n$$

$$N_{ekv} = 2\,400 \cdot 0,07 \cdot 1,3 \cdot 365 \cdot 30 = 2\,391\,500 \text{ standardaxlar.}$$

Tabell 4.5 ger trafikklass 3.

2. Fastställ materialtyp i terrassen.

Terrassen består av en siltig grus (si Gr) som enligt tabell 4.2 ger materialtyp 3.

3. Dimensionera överbyggnadslagren.

Trafikklass 3 och materialtyp 3 ger, genom tabell 4.6, att den totala överbyggnadstjockleken ska vara 540 mm.

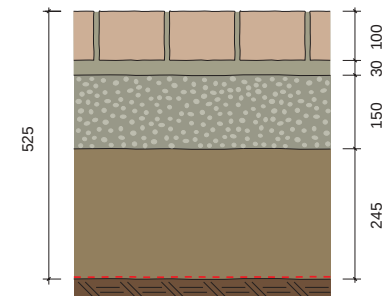
Marksten 80 mm

Sättsand 30 mm

Obundet bärlager 150 mm

Förstärkningslager 280 mm (krossat material)

4. Beräkningen av överbyggnadens tjocklek förutsätter en 80 mm tjock sten. I detta fall väljs en tjockare marksten, 100 mm tjock. Ytan "låses in" väl.
5. En 100 mm tjock sten istället för 80 mm innebär en reduktion av förstärkningslagrets tjocklek. Enligt tabell 4.7 ska förstärkningslagrets tjocklek reduceras med 35 mm.
Marksten 100 mm
Sättsand 30 mm
Obundet bärlager 150 mm
Förstärkningslager 245 mm (280-35 mm)
Totala överbyggnadstjockleken blir 525 mm
6. Förstärkningslager ska i detta fall bestå av krossat material – justering av förstärkningslagrets tjocklek är därför inte aktuell (vilket annars sker med hjälp av tabell 4.8).
7. Bestäm tjälfarlighetsklass och klimatzon.
Terrassen består av en siltig grus (si Gr) vilket i tabell 4.3 ger tjälfarlighetsklass 2. Kartan i figur 4.1 ger klimatzon 1.
8. Kontroll av överbyggnadstjocklek m h t tjälfarlighet sker normalt inte i klimatzon 1. Tjälfarlighetsklass 2 innebär dessutom att tjällyftningen är liten.
9. Överbyggnadstjockleken m h t bärighet är dimensionerande. 525 mm.



Marksten – exempel 3. Torgyta i Jönköping

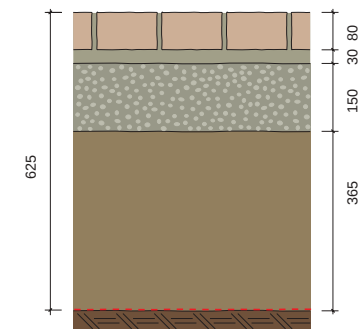
Förväntad trafikmängd öppningsåret är 200 fordon/dygn (ingen trafikökning förväntas ske). Infart och utfart är koncentrerad till ett körfält vardera. $\dot{A}DT_k = 200$.

Material i terrassen är en lerig morän (Le Mn).

Okrossat material i förstärkningslagret ska användas.

1. Bestäm trafikmängd. Andel tunga fordon antas vara 30% av den totala $\dot{A}DT_k$ då många leveranser till butiker sker över torgytan. Ekvivalent antal standardaxlar per fordon antas vara 1,3 (exakt uppgift saknas).
Avsedd teknisk livslängd väljs till 30 år.
Formel 4.4 används. $N_{ekv} = \dot{A}DT_k \cdot A \cdot B \cdot 365 \cdot n$
 $N_{ekv} = 200 \cdot 0,30 \cdot 1,3 \cdot 365 \cdot 30 = 854\,100$ standardaxlar.
Tabell 4.5 ger trafikklass 2.
2. Fastställ materialtyp i terrassen. Terrassen består av en lermorän (Le Mn) som enligt tabell 4.2 ger materialtyp 4.
3. Dimensionera överbyggnadslagren. Trafikklass 2 och materialtyp 4 ger, genom tabell 4.6, att den totala överbyggnadstjockleken ska vara 520 mm.
Marksten 80 mm
Sättsand 30 mm
Obundet bärlager 150 mm
Förstärkningslager 260 mm (för krossat material)
4. Beräkningen av överbyggnadens tjocklek förutsätter en 80 mm tjock sten. Val av marksten samt läggningssmönster kontrolleras alltid med leverantören. I detta fall väljs en 80 mm tjock sten.

5. Ingen förändring av stentjockleken – justering av förstärkningslagrets tjocklek är därför inte aktuell (vilket annars sker med hjälp av tabell 4.7).
6. Förstärkningslager ska i detta fall bestå av okrossat material – justering av förstärkningslagrets tjocklek sker med hjälp av tabell 4.8.
Materialtyp 4 ger att förstärkningslagrets tjocklek ökas med 40%, d v s $1,4 \cdot 260 \text{ mm} = 365 \text{ mm}$.
Marksten 80 mm
Sättsand 30 mm
Obundet bärlager 150 mm
Förstärkningslager 365 mm (för okrossat material)
Totala överbyggnadstjockleken blir 625 mm.
7. Bestäm tjälfarlighetsklass och klimatzon.
Terrassen består av en lerig morän (Le Mn) vilket i tabell 4.3 ger tjälfarlighetsklass 3. Kartan i figur 4.1 ger klimatzon 2.
8. Kontroll av överbyggnadstjocklek m h t tjälfarlighet enligt tabell 4.9. Tjälfarlighetsklass 3 och klimatzon 2 innebär att tjällyftningen är liten.
9. Överbyggnadstjockleken m h t bärighet är dimensionerande. 625 mm.



Marksten – exempel 4. 50/30-gata i Sundsvall

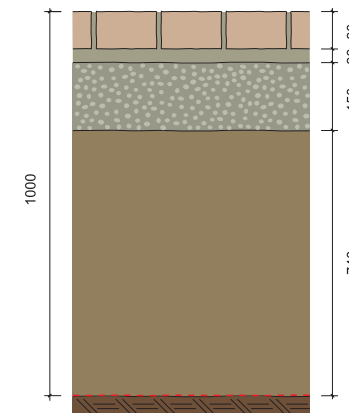
Förväntad trafikmängd öppningsåret är 2 300 fordon/dygn och körfält (ingen trafikökning förväntas ske). $\dot{A}DT_k = 2\,300$

Material i terrassen är en silt (Si).

Krossat material i förstärkningslagret ska användas.

1. Bestäm trafikmängd. Andel tunga fordon antas vara 5% av den totala $\dot{A}DT_k$. Ekvivalent antal standardaxlar per fordon antas vara 1,3 (exakt uppgift saknas).
Avsedd teknisk livslängd väljs till 40 år.
Formel 4.4 används. $N_{ekv} = \dot{A}DT_k \cdot A \cdot B \cdot 365 \cdot n$
 $N_{ekv} = 2\,300 \cdot 0,05 \cdot 1,3 \cdot 365 \cdot 40 = 2\,182\,700$ standardaxlar. Tabell 4.5 ger trafikklass 3.
2. Fastställ materialtyp i terrassen. Terrassen består av silt (Si) som enligt tabell 4.2 ger materialtyp 5.
3. Dimensionera överbyggnadslagren. Trafikklass 3 och materialtyp 5 ger, genom tabell 4.6, att den totala överbyggnadstjockleken ska vara 770 mm.
Marksten 80 mm
Sättsand 30 mm
Obundet bärlager 150 mm
Förstärkningslager 510 mm (krossat material)
4. Beräkningen av överbyggnadens tjocklek förutsätter en 80 mm tjock sten. Val av marksten samt läggmönster kontrolleras alltid med leverantören. I detta fall väljs en 80 mm tjock sten och ytan ”låses in” väl.

5. Ingen förändring av stentjockleken – justering av förstärkningslagrets tjocklek är därför inte aktuell (vilket annars sker med hjälp av tabell 4.7).
6. Förstärkningslager ska i detta fall bestå av krossat material – justering av förstärkningslagrets tjocklek är därför inte aktuell (vilket annars sker med hjälp av tabell 4.8).
7. Bestäm tjälfarlighetsklass och klimatzon.
Terrassen består av silt (Si) vilket i tabell 4.3 ger tjälfarlighetsklass 4. Kartan i figur 4.1 ger klimatzon 4.
8. Kontroll av överbyggnadstjocklek m h t tjälfarlighet enligt tabell 4.9. Tjälfarlighetsklass 4 och klimatzon 4 ger totala överbyggnadstjockleken 1 000 mm.
Marksten 80 mm
Sättsand 30 mm
Obundet bärlager 150 mm
Förstärkningslager 740 mm (krossat material)
9. Överbyggnadstjockleken 1 000 mm > 770 mm, vilket innebär att överbyggnadstjockleken m h t tjällyftning är dimensionerande och ska väljas. 1 000 mm.



Marksten – exempel 5. Gång- och cykelväg i Falun

Förväntad trafikmängd öppningsåret är enstaka tunga fordon med axellast mindre än 8 ton.

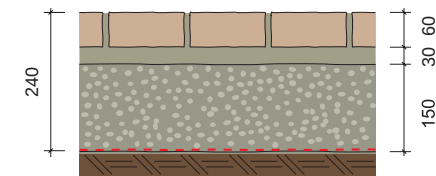
Material i terrassen är en lera (Le).

Krossat material i förstärkningslagret ska användas.

1. Bestäm trafikmängd.
Välj trafikklass GC enligt tabell 4.5. Teknisk livlängd behövs inte för GC-väg, eftersom mängden trafik inte är dimensionerande.
2. Fastställ materialtyp i terrassen.
Terrassen består av en lera (Le) som enligt tabell 4.2 ger materialtyp 4.
3. Dimensionera överbyggnadslagren.
Trafikklass GC och materialtyp 4 ger, genom tabell 4.6, att den totala överbyggnadstjockleken ska vara 240 mm.
Marksten 60 mm
Sättsand 30 mm
Obundet bärlager 80 mm
Förstärkningslager 70 mm (krossat material)

OBS! När förstärkningslagret är tunnare än 200 mm utgår det och ersätts med bärlagermaterial så att rätt total tjocklek uppnås. Det innebär att det obundna bärlaget blir 150 mm (80+70 mm).

4. Beräkningen av överbyggnadens tjocklek förutsätter en 60 mm tjock sten, vilket också väljs i detta fall.
5. Justering av förstärkningslagrets tjocklek m h t förändring av stentjockleken gäller ej för trafikklass GC.
6. Förstärkningslager ska i detta fall bestå av krossat material – justering av förstärkningslagrets tjocklek är därför inte aktuell (vilket annars sker med hjälp av tabell 4.8).
7. Bestäm tjälfarlighetsklass och klimatzon.
Terrassen består av en lera (Le) vilket i tabell 4.3 ger tjälfarlighetsklass 3. Kartan i figur 4.1 ger klimatzon 3.
8. Kontroll av överbyggnadstjocklek m h t tjälfarlighet enligt tabell 4.9. Tjälfarlighetsklass 3 och klimatzon 3 ger överbyggnadstjockleken 200 mm.
9. Överbyggnadstjockleken 240 mm > 200 mm, vilket innebär att överbyggnadstjockleken m h t bärighet är dimensionerande och ska väljas. 240 mm.



Marksten – exempel 6. 30-gata i Örebro

Förväntad trafikmängd öppningsåret är 4 500 fordon/dygn och körfält (ingen trafikökning förväntas ske). $\dot{A}DT_k = 4\,500$.

Material i terrassen är en sandmorän (Sa Mn).

Krossat material i förstärkningslagret ska användas.

1. Bestäm trafikmängd.

Andel tunga fordon antas vara 5% av den totala $\dot{A}DT_k$.

Ekvivalent antal standardaxlar per fordon antas vara 1,3 (exakt uppgift saknas).

Avsedd teknisk livslängd väljs till 40 år.

Formel 4.4 används.

$$N_{ekv} = \dot{A}DT_k \cdot A \cdot B \cdot 365 \cdot n$$

$$N_{ekv} = 4\,500 \cdot 0,05 \cdot 1,3 \cdot 365 \cdot 40 = 4\,270\,500 \text{ standardaxlar.}$$

Tabell 4.5 ger trafikklass 4.

3. Fastställ materialtyp i terrassen.

Terrassen består av en sandmorän (Sa Mn) som enligt tabell 4.2 ger materialtyp 2.

4. Dimensionera överbyggnadslagren.

Trafikklass 4 och materialtyp 2 ger, genom tabell 4.6, att den totala överbyggnadstjockleken ska vara 540 mm.

Marksten 80 mm

Sättsand 30 mm

Obundet bärlager 150 mm

Förstärkningslager 280 mm (krossat material)

5. Beräkningen av överbyggnadens tjocklek förutsätter en 80 mm tjock sten. I detta fall väljs en tjockare marksten, 100 mm tjock. Ytan "läses in" väl.

6. En 100 mm tjock sten istället för 80 mm innebär en reduktion av förstärkningslagrets tjocklek. Enligt tabell 4.7 ska förstärkningslagrets tjocklek reduceras med 35 mm. Marksten 100 mm

Sättsand 30 mm

Obundet bärlager 150 mm

Förstärkningslager 245 mm (280–35 mm)

Totala överbyggnadstjockleken blir 525 mm

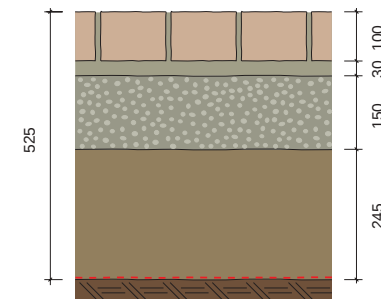
7. Förstärkningslager ska i detta fall bestå av krossat material – justering av förstärkningslagrets tjocklek är därför inte aktuell (vilket annars sker med hjälp av tabell 4.8).

8. Bestäm tjälfarlighetsklass och klimatzon.

Terrassen består av en sandmorän (Sa Mn) vilket i tabell 4.3 ger tjälfarlighetsklass 1. Kartan i figur 4.1 ger klimatzon 2.

9. Kontroll av överbyggnadstjocklek m h t tjälfarlighet enligt tabell 4.9. Tjälfarlighetsklass 1 innebär att materialet är en icke tjällyftande jordart.

10. Överbyggnadstjockleken m h t bärighet är dimensionerande. 525 mm.



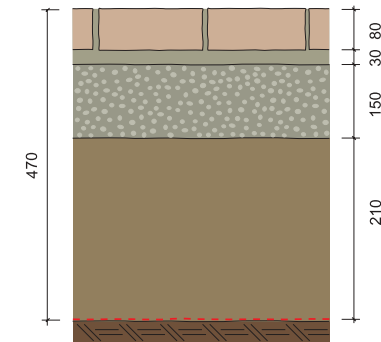
Plattor – exempel 1. Lokalgata i Norrköping.

Enkel bestämning av trafikklass.

Gatan har ett litet antal affärer som får varuleverans varje vecka. Dessutom förekommer soptömning med tung lastbil. Totalt förekommer lättare trafik (typfordon 2) med 60 fordon/dag. Antalet tunga fordon är ca 2 per dag (typfordon 3). Materialet i terrassen är lerig morän (Le Mn). Krossat material i förstärkningslagret. Teknisk livslängd 40 år.

1. Bestäm trafikmängd – förenklad trafikklassindelning enligt tabell 4.10 ger trafikklass 1.
2. Fastställ materialtyp i terrassen – tabell 4.2 ger materialtyp 4.
3. Dimensionera överbyggnaden – tabell 4.13 ger den totala överbyggnadstjockleken 470 mm.
Platta 80 mm (enligt leverantörens rekommendationer, se punkt 4 nedan)
Sättsand 30 mm
Obundet bärlager 150 mm
Förstärkningslager 210 mm
4. Plattans format och form har tillsammans med läggningsmönstret betydelse för beläggningens stabilitet och lastfördelande egenskaper. Varje tillverkare tillhandahåller information om vilken trafikklass respektive produkt är lämpad för.

5. Bestäm tjälfarlighetsklass och klimatzon. Tabell 4.3 ger tjälfarlighetsklass 3. Kartan i figur 4.1 ger klimatzon 2.
6. Kontrollera överbyggnadstjockleken med avseende på tjälfarlighet enligt tabell 4.12. Överbyggnadstjockleken behöver inte justeras.
7. Överbyggnadstjocklek med avseende på bärighet blir dimensionerande, d v s totalt 470 mm. Välj platta efter leverantörens rekommendationer.



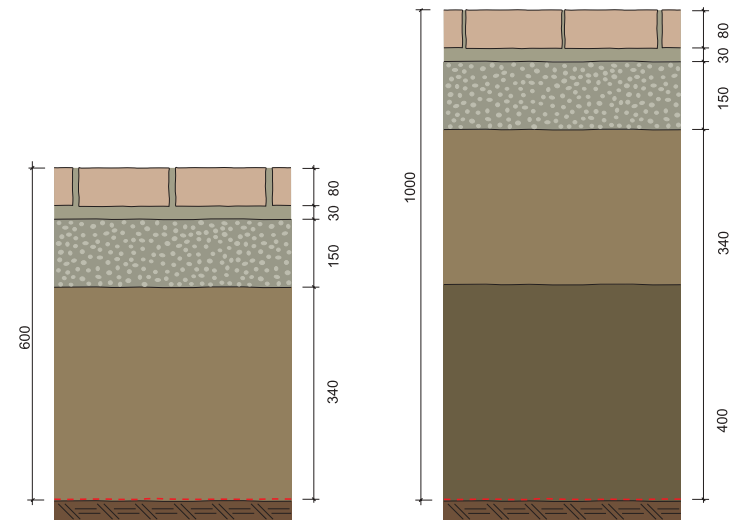
Plattor – exempel 2. Lokalgata i Sundsvall.

Detaljerad bestämning av trafikklass.

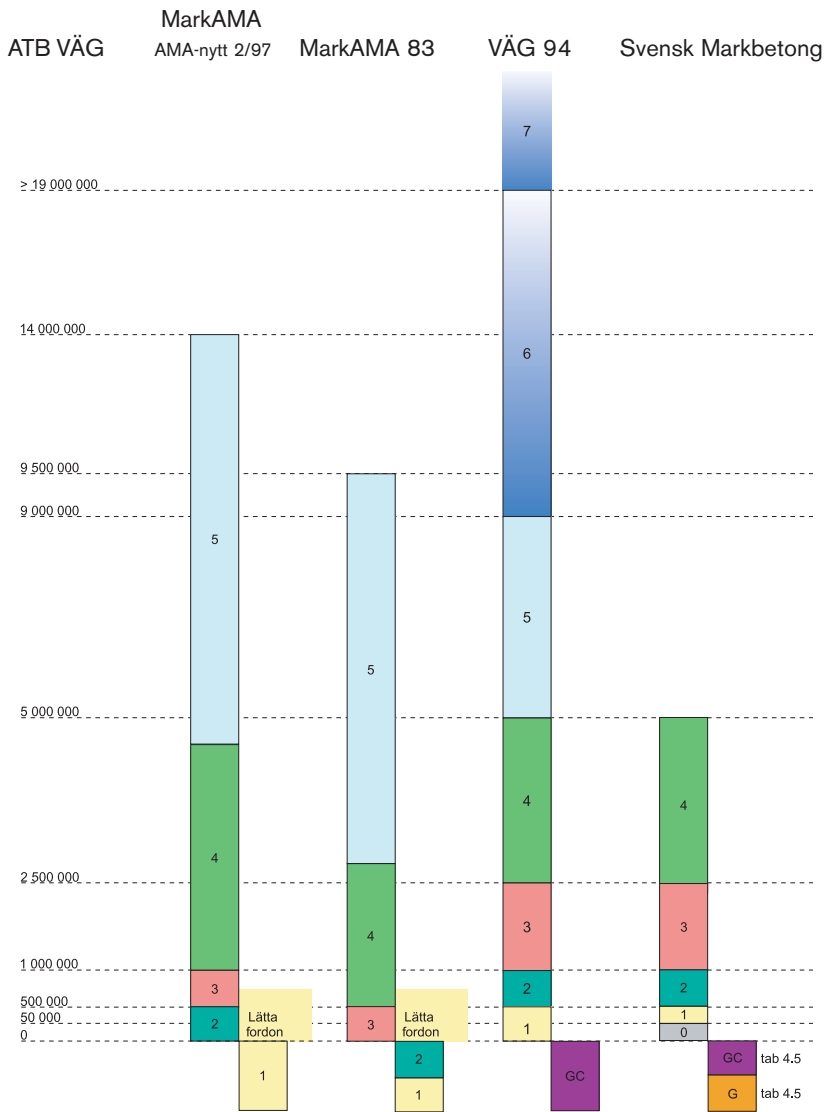
Samma förutsättningar som i förra exemplet, men gatan är belägen i Sundsvall och terrassmaterialet är silt (Si).

1. Detaljerad bestämning av trafikbelastning med formel 4.4.
Andel standardaxlar per tungt fordon i typfordonsklass 2 uppskattas till 0,5.
För typfordon 3 antas 1,3 enligt rekommendation.
 $N_{ekv} = [60 \cdot 0,5 \cdot 365 \cdot 40] + [2 \cdot 1,3 \cdot 365 \cdot 40] = 475\,960$
standardaxlar. Trafikklass bestäms till 1 enligt tabell 4.5.
2. Fastställ materialtyp i terrassen – tabell 4.2 ger materialtyp 5.
3. Dimensionera överbyggnaden – tabell 4.13 ger den totala överbyggnadstjockleken 600 mm.
Platta 80 mm (enligt leverantörens rekommendationer, se punkt 4 nedan)
Sättsand 30 mm
Obundet bärlager 150 mm
Förstärkningslager 340 mm
4. Plattans format och form har tillsammans med läggningsmönstret betydelse för beläggningens stabilitet och lastfördelande egenskaper. Varje tillverkare tillhandahåller information om vilken trafikklass respektive produkt är lämpad för.
5. Bestäm tjälfarlighetsklass och klimatzon. Tabell 4.3 ger tjälfarlighetsklass 4. Kartan i figur 4.1 ger klimatzon 4.

6. Kontrollera överbyggnadstjockleken med avseende på tjälfarlighet enligt tabell 4.12. Överbyggnadstjockleken blir 1 000 mm.
7. Tjälén blir dimensionerande med en överbyggnad på 1 000 mm (>600 mm).
Platta 80 mm
Sättsand 30 mm
Obundet bärlager 150 mm
Förstärkningslager 340 mm
Skyddslager 400 mm
8. Välj platta efter leverantörens rekommendationer.



Bilaga C Skillnader på indelning i trafikklasser enligt Mark AMA 83, Väg 94 och ATB VÄG



Bilaga D Jämnhetskrav för ytor med marksten eller plattor

Kontroll av jämnhet i längd- och tvärled sker med 3 m rät-skiva enligt anvisningar i *Anläggnings AMA 98/ATB VÄG*. Jämnhetskrav för ytor med plattor eller marksten återfinns i tabellen nedan.

Tabell bilaga D

Acceptansintervall för varje kontrollpunkt. Antalet godkända kontrollpunkter ska vara minst 12 av 15			
Kontrollpunkt	A & B	C	A–C B–C
Acceptansintervall	≤ 4 mm	≤ 7 mm	≤ 5 mm