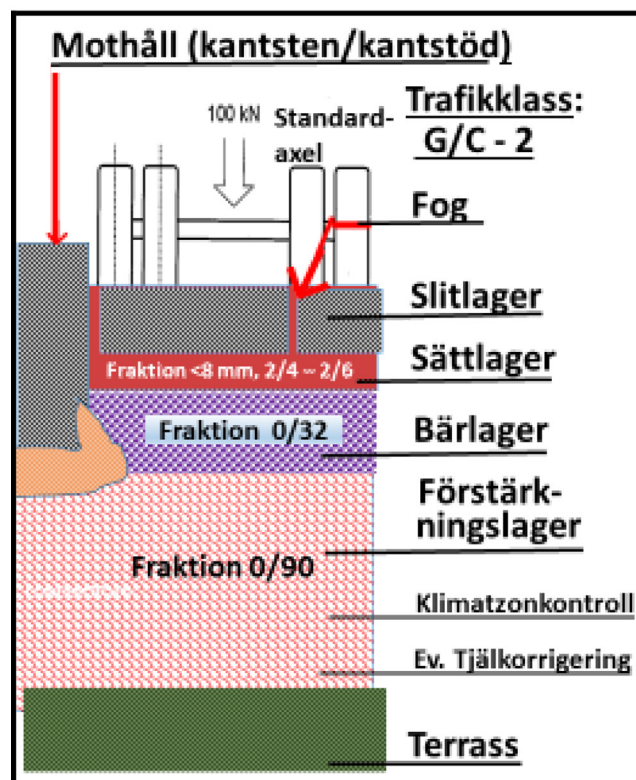


**Natursten och markbetong,  
i obundet bärlager**



## Överbyggnad med beläggning av natursten och markbetong, för trafikklass $\leq 2$

Förenklad dimensionering för stadsliknande miljöer

**Kurt Johansson, Erik Simonsen, Jan Lang**

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

**Rapport 2017:15**

ISBN 978-91-576-8946-7

Alnarp 2017





**LANDSKAPSARKITEKTUR**  
**TRÄDGÅRD VÄXTPRODUKTIONSVETENSKAP**  
Rapportserie

# **Överbyggnad med beläggning av natursten och markbetong, för trafikklass $\leq 2$**

Förenklad dimensionering för stadsliknande miljöer

## **Kurt Johansson**

SLU, Inst. för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning, [kurt.johansson@slu.se](mailto:kurt.johansson@slu.se)

## **Erik Simonsen**

Cementa AB, Stockholm, [erik.simonsen@cementa.se](mailto:erik.simonsen@cementa.se)

## **Jan Lang**

Starka Betongindustrier, Kristianstad, [jan.lang@starka.se](mailto:jan.lang@starka.se)

**Elektronisk publicering:** <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: Överbyggnad, halvelastisk beläggning, bärlager, förstärkningslager, sättlager, natursten, markbetong, standardaxel, trafikklass, mothåll, fog, markbeläggning, trafikklass

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

**Rapport 2017:15**

ISBN 978-91-576-8946-7

Alnarp 2017



## FÖRORD

Föreliggande rapport sammanfattar och förenklar flertalet centrala svenska dimensioneringsanvisningar för obundna överbyggnader med betongmarksten och naturmarksten, i urbana, dvs. stadsliknande miljöer. Även marktegel kan rymmas inom denna beskrivning. Rapporten har använt och utvecklat befintliga anvisningar från *Beläggning med plattor och marksten av betong, Svensk Markbetong, 2002* [4], nedan benämnd "*Markbetongboken, 2002*" och *Sveriges Stenindustriförbunds Utemiljö mars 2017* [6] nedan benämnd "*Utemiljö, 2017*".

Dessutom har all relevant information beaktats och använts som erhållits från projekten *Grågröna systemlösningar för hållbara städer* (2012 – 2015) och *Klimatsäkrade systemlösningar för urbana ytor* (2015 – 2017) [8]. Se vidare Referenslistan punkt 8 i denna rapport.

Relativt kompletta anvisningar för överbyggnadsdimensionering i stadsliknande miljö fanns tidigare i Mark AMA 83 och motsvarande RA. Efter denna upplaga ändrades innehållet och man har fått söka efter motsvarande information i ett antal olika anvisningar från bl.a.

- Trafikverket: Bl.a. TRVK Väg, TRVR Väg, TDOK 2013;0530, TDOK 2011:264 [1], m.fl.
- Svensk Byggtjänst: AMA Anläggning koderna DCB och DCG, m.fl. [2],
- Svensk Byggtjänst RA Anläggning [3],
- Svensk Markbetong: *Beläggning med plattor och marksten av betong* (2002) [4], och
- Markstensbeläggningar för industriytor (2006) [5],
- Sveriges Stenindustriförbund: *Utemiljö 2017 Mars* [6].

Till detta kommer olika beläggingsmaterialtillverkares dimensioneringsanvisningar.

Nu har detta samlats i denna rapport.

Notera att den enbart behandlar **trafikklasserna G till 2 i stadsliknande miljö**.

I rapporten används både begreppen "stadsliknande" och "urban" vilket i detta sammanhang har samma betydelse.

Om siffror i denna rapport avviker från [4], är det denna rapport som gäller tills [4] har fått en efterföljare.

Aktiva Excel-dokument (Bilaga A, B, C och D) finns att ladda ner.

*Alnarp, december 2017*

Kurt Johansson, Erik Simonsen, Jan Lang

# Innehållsförteckning

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Förord.....</b>                                                                  | <b>3</b>  |
| <b>1. Inledning</b>                                                                 |           |
| 1.1 Överbyggnadssituationen i praktiken .....                                       | 5         |
| 1.2 Kontroll och besikningssituationen .....                                        | 5         |
| 1.3 Krav på överbyggnaden i framtiden.....                                          | 6         |
| 1.4 Avgrensningar .....                                                             | 6         |
| <b>2. Trafikbelastningen styr överbyggnadskonstruktionen .....</b>                  | <b>6</b>  |
| 2.1 Överbyggnaden när den belastas av trafiken .....                                | 6         |
| 2.2 Trafikklasser .....                                                             | 8         |
| 2.3 Förenklad trafikklassindelning .....                                            | 9         |
| <b>3. Överbyggnadens lager. Beräkningsgång vid dimensionering .....</b>             | <b>10</b> |
| <b>4. Dimsioneringsmallen: krav och dimensionering .....</b>                        | <b>10</b> |
| 4.1 Bärlager.....                                                                   | 11        |
| 4.2 Terassmaterial.....                                                             | 11        |
| 4.3 Förstärkningslager.....                                                         | 12        |
| 4.4 Klimatzon.....                                                                  | 13        |
| 4.5 Tjälfarlighetsklasser. Ev. ökning av förstärkningslager.....                    | 13        |
| 4.6 Slitlager/beläggning, sättlager,fogmaterial och mothåll, kantsten/kantsöd ..... | 14        |
| <b>5. Övriga hänsynstagande .....</b>                                               | <b>14</b> |
| <b>6. Övergång mellan olika material .....</b>                                      | <b>14</b> |
| <b>7 Excel-bladen bilaga A, B, C och D .....</b>                                    | <b>15</b> |
| 7.1 Övebyggnad exkl. Slitlager.....                                                 | 15        |
| 7.2 Slitlager/beläggning .....                                                      | 15        |
| 7.3 Kontrollrutin och kontrollmallar .....                                          | 15        |
| <b>8 Källor och referenser .....</b>                                                | <b>16</b> |

**Bilaga A** Dimensionering Urban Överbyggnad. Sammanställningsblad

**Bilaga B** Dimensionering Urban Överbyggnad. Naturstensbeläggning

**Bilaga C** Dimensionering Urban Överbyggnad. Markbetong

**Bilaga D** Dimensionering Urban Överbyggnad. Kontrollrutin och kontrollmallar

# 1. Inledning

Feldimensionerad överbyggnad, felaktiga material, fel kombination av material och felaktigt utförande kommer att, med tiden, visa sig som spårbildningar, ojämnheter, sättningar, tjällyftningar, osv på ytan av markbeläggningen. I bästa fall visar sig skadorna tidigt under garantitiden då det fortfarande finns en affärsrelation mellan entreprenör, konstruktör och byggherre/beställare, och då det fortfarande finns en möjlighet till att utreda och åtgärda.

I värsta fall är skadeförloppet långsamt och visar sig på ytan lång tid efter garantibesiktning då beställaren sitter ensam med problemet med en anläggning som sedan länge tagits i bruk. Det drabbar då i första hand driftsavdelningen och i detta läge kommer alla berörda parter att kräva snabba åtgärder vilket vanligen medför kosmetiska justeringar på ytan. Eftersom synliga skador i ytan normalt endast är ett symptom på ett skadeförlopp väl dolt längre ned i överbyggnaden uppnår man endast en tillfällig förbättring, med ständigt återkommande problem med ytan. Med tiden kommer acceptansnivån för ytskadorna att öka och kvar finns då kanske en högbudgetinvestering i lågbudgetutförande, med höga driftskostnader som följd.

## 1.1. Överbyggnadssituationen i praktiken

Ett vanligt förekommande problem är att överbygganden inte alltid utförs i enlighet med föreskrivande handlingar (Bygghandlingarna). Dessa kan vara otydligt skrivna eller avviker i sin tur ofta från gällande referensanvisningar. (Se avsnitt 3 nedan).

Vanliga avvikelser:

- Bärlagrets överyta är ojämn eller håller inte rätt nivå. Konsekvensen av detta kan bli: Sättagret, som enbart skall fungera som en tunn bädd för nivåfixering av belägningsplattorna, riskerar att bli ett utjämningslager. Sättmaterial har mycket låg stabilitet och med ett för tjockt sättlager kommer risken för oönskad spårbildning och eftersättning att öka markant.
- Bär- och förstärkningslager är otillräckligt komprimerade/packade vilket ofta resulterar i tidig spårbildning och ojämn belägningsyta på grund av den efterpackning som trafiken orsakar.
- Felaktig tjocklek på de olika lagren i överbyggnaden.
- Felaktig kornstorleksfördelning i de olika lagren

Förklaringarna till detta kan vara flera, och några som har framkommit är:

- Det är svårt att få fram rätt information.
- Informationen är inaktuell.
- Information är utspridd på flera olika anvisningar som är svåra att hitta i.

Av dessa anledningar förloras respekten för de krav som måste ställas på varje enskilt lager.

Tillverkare av belägningsmaterial har egna anvisningar för överbyggnaden, vilket ökar mängden information. Sveriges Stenindustriförbund och Svensk Markbetong har enats om en förenklad arbetsgång vid dimensionering. Förenklingen består i att de mått som i Marbetongboken[4], skiljer sig mellan marksten och plattor med enstaka centimetrar, nu har givits samma värde. Dessutom har nya rön och erfarenheter inkluderats.

## 1.2. Kontroll- och besiktningssituation

Vid besiktning är det svårt att se hur överbyggnaden under slitlagret är utförd. I det fall utförandet är felaktigt kan det ta några år innan detta ger sig till känna. Egenkontrollsystemet har sina brister och det är därför viktigt att beställaren anger hur egenkontrollen ska utföras och presenteras vid slutbesiktningen. Extern kontroll rekommenderas.

Kontrollrutin finns bifogad som **Bilaga D - Kontrollrutin och kontrollmallar**.

### 1.3. Kravet på överbyggnaden i framtiden

I projektet, "Klimatsäkrade systemlösningar för urbana ytor" [8] utvecklades nya system av överbyggnader som bl.a. ska vara permeabla med syfte att omhänderta, fördröja och magasinera dagvatten. Dessa är mer komplexa i utförandet än de traditionella. Målet är att utveckla anvisningar även för dessa nya överbyggnader och det är då viktigt att ha de traditionella, kända överbyggnaderna som grund. Dock måste, som anges ovan, utförandet och kontrollen förbättras även för de traditionella överbyggnaderna.

### 1.4. Avgränsningar

Följande avgränsningar har gjorts i denna rapport:

- Anvisningarna avser endast halvelastiska överbyggnader dvs. slitlager av natursten, markbetong och marktegel (se figur 1)
- Endast obundna standardkonstruktioner omfattas av anvisningarna, medan s.k permeabla överbyggnader, eller bundna konstruktioner, ej omfattas
- Rapporten behandlar överbyggnader på ytor med trafikklass G t.o.m. 2.

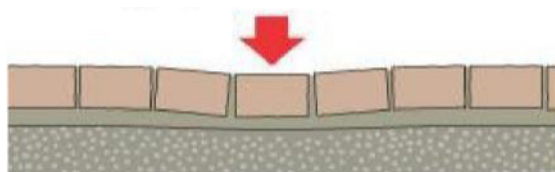


Fig. 1. Halvelastisk beläggning på obundet bärlager [4]

## 2. Trafikbelastningen styr överbyggnadskonstruktionen

### 2.1 Överbyggnaden när den belastas av trafik

För att förstå och respektera de anvisningar som ges är det viktigt att känna till vad som händer i överbyggnaden när den utsätts för trafikbelastning.

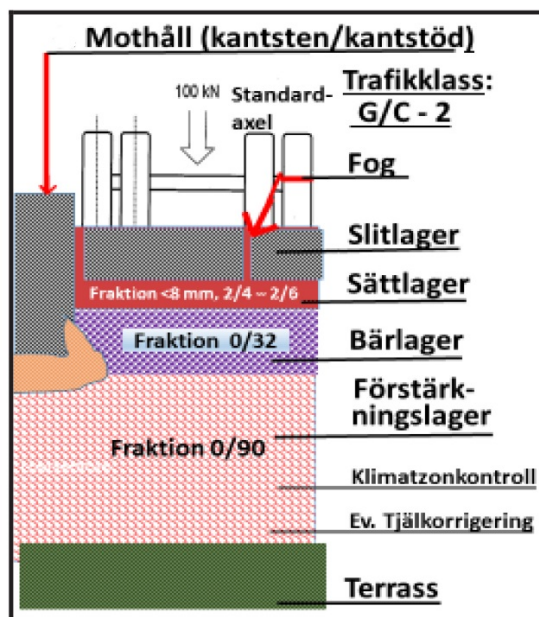


Fig 2. Traditionell överbyggnad belastad med standardaxel belstning 100 kN  $\approx$  10 ton [9]



Därför sammanfattas här inledningsvis erfarenheter från de fullskaleförsök som utfördes på VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut [10], med hjälp av HVS-utrustning (Heavy Vehicle Simulator). Försöken gjordes med betongmarksten och naturstenshällar. När en överbyggnad belastas av trafik sker efter ett antal överfarter en påverkan i form av spårbildning eller eftersänkning som beror på att de olika lagren omlagras och packas.

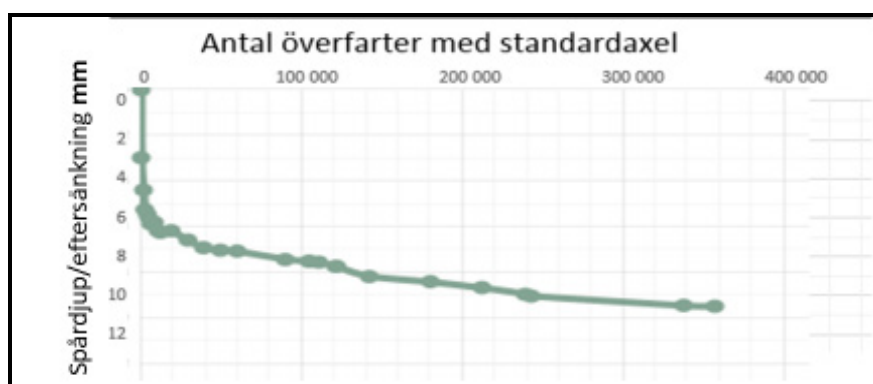


Fig 3. Generaliserad sammanfattning av fullskaleförsök där spårdjupet/eftersänkningen har mätts efter ett antal överfarter med standardaxel i HVS (Heavy Vehicle Simulator) [10].

Som framgår av figur 3 sker ungefär hälften av spårutvecklingen/eftersänkningen initialt, redan efter några 1000-tal överfarter. Trafiken efterpackar alltså de olika lagren. Packningen av bär- och förstärkningslager är avgörande för konstruktionens stabilitet och bärighet. Kontroll av packningen sker säkrast med packningsmätare (isotopmätare) eller statisk plattbelastning. Med bättre packning skulle kurvan i fig 3 kunna få en mindre initial lutning.

Ev. bör instruktionerna i AMA Anläggning ses över så att packningen med säkerhet blir tillräcklig. Stor del av den initiala spårutvecklingen bedöms ske i sättlagret. Sättlagret har låg stabilitet och bärighet varför det ska vara så tunt som möjligt. Sättlagrets uppgift är att vara en nivåfixerande bädd för slitlagrets plattor/stenar. Det gäller alltså att bärlagrets överyta verkligen hamnar på rätt nivå så att sättlagret inte blir till ett utjämningslager.

Den halvelastiska beläggningens plattor av natursten, betong eller tegel är styva och linjärt elastiska. De påverkas inte direkt av antalet överfarter. I princip gäller att om de hållit för en överfart så håller de för alla. Däremot är de helt beroende av samverkan med fog, mothåll och sättlager som i sin tur är beroende av bärlagret. Detta har framgått av de fullskaleprov som gjorts på VTI, där ingen av plattorna av betong eller natursten brustit (!) [10], trots att axellasten var 16 ton under 18 000 överfarter.

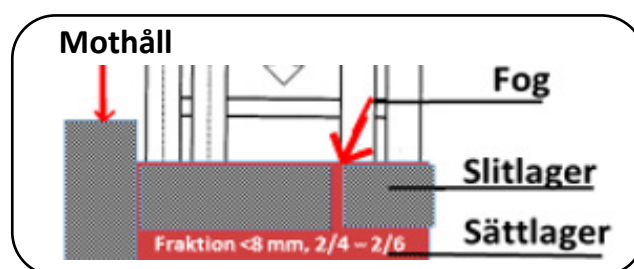


Fig 4. Systemet platta-fog-sättlager-mothåll måste samverka

Slitlagret består av systemet platta-fog-sättlager-mothåll. Var och en av dessa fyra komponenter är en del av en kedja som i sin helhet måste fungera tillfredsställande. En kedja är inte starkare än sin svagaste länk. Det är sällsynt att plattan är den svagaste länken, men om någon av de övriga komponenterna har brister, kan också sten- eller betongplattan skadas. Då framstår denna felaktigt som svagast eftersom det är den som syns. En utebliven fog (nollfog) syns ju inte, ej heller avsaknaden av mothåll. Ett för tjockt sättlager syns inte vid okulär besiktning, men kan medföra att sten- eller betongplattan får ett instabilt underlag och skadas.

## 2.2 Trafikklasser

Dimensionering av överbyggnaden görs framför allt med hänsyn till den förväntade trafiklasten som kommer att belasta konstruktionen under dess förväntade livslängd. Trafikklassningssystemet beaktar endast vertikal belastning i form av axellasten hos de passerande fordonen under konstruktionens förväntade livslängd. Det finns för närvarande ingen metod att ange den dynamiska horisontella belastning från svängande och vridande hjul, eller broms- och accelerationskrafter. Avgörande för att stå emot dessa krafter är fog, läggningmönster, mothåll (kantstöd) och friktion mot underlaget. Att uppskatta den faktiska trafikbelastningen utifrån det stora spektrum av fordon och fordonskonfigurationer som trafikerar våra vägar är generellt sett mycket svårt. För att få en enklare bedömning av trafikens belastning görs idag en uppdelning i trafikklasser där varje klass uttrycker ett intervall av bedömd trafiklast under avsedd teknisk livslängd.

Trafiklasten beskrivs då som ekvivalenta antalet standardaxlar, där standardaxeln är en fiktiv jämförande 100 kN axel enligt Trafikverkets definition (se figur 2 och tabell 1).

| Trafikklass | Antal standardaxelöverfarter under konstruktionens livslängd |
|-------------|--------------------------------------------------------------|
| G och GC    | 0                                                            |
| 0           | <50000                                                       |
| 1           | 50000- 500000                                                |
| 2           | 500 000 - 1000000                                            |

Tabell 1. Indelning i trafikklasser:[1]

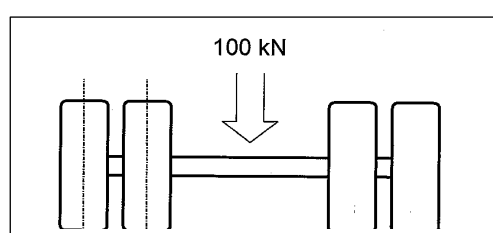


Fig. 5. Standardaxelns last 100 kN (10 ton) [1]

Omräkningsfaktorn (B-faktorn) mellan aktuell axel och standardaxeln beräknas enligt 4-potens regeln och ger en uppfattning om relativ påverkan i förhållande till standardaxeln. B-faktorn för en enskild axel beräknas som  $B = (P/100)^4$  där P (kN) är axellasten hos varje enskild axel på passerande fordon uttryckt i kN. B-faktorn för hela fordonet är summan av B-faktorn för varje enskild axel hos fordonet.

För att förenkla beräkningsarbetet är det nödvändigt att sortera in fordonen i fordonsgrupper med ungefär samma B-faktor. Alla fordon grupperas enligt lämplig fordonsstyp. Varje fordonsgrupps B-faktor fastställs och multipliceras med fordonsgruppens årsdygnstrafik.

| Trafikverket beräknade B-faktorn för några fordonsstyper i urban trafik |          |                             |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------|
| Fordonstyp                                                              | B-faktor |                             |
| Personbil                                                               | ~0,0002  | Def. enl. Svensk Markbetong |
| Personbil/renhållningsfordon (4 ton)                                    | ~0,0032  | Def. enl. Svensk Markbetong |
| Lastbil 2-axlig, tvillingmonterade däck                                 | 0,36     | Trafikverket [1]            |
| Lastbil 3-axlig tvillingmonterade däck                                  | 0,56     | Trafikverket [1]            |
| Buss tvillingmonterade däck                                             | 0,68     | Trafikverket [1]            |
| Standardaxel                                                            | 1        | Trafikverket [1]            |

Tabell 2. B-faktor för vanliga fordonsstyper i urban trafik [1] TRV 2011

Jämfört med lastbilar har personbilar en försumbar inverkan. På G- och G/C-yta får endast fordon med B-faktor  $\leq 0,001$  framföras. För övriga ytor har dessa fordonsstyper en försombar påverkan.

$$N_{ekv} = ((\text{ÅDT}_1 \times B_1) + (\text{ÅDT}_2 \times B_2) + (\text{ÅDT}_3 \times B_3) + (\text{ÅDT}_4 \times B_4) + (\text{ÅDT}_5 \times B_5)) \times 365 \times n$$

Där  $N_{ekv}$  = antal ekvivalenta standardaxlar under objektets livslängd  
 $\text{ÅDT}_j$  = årsdygnstrafik av respektive typfordon.  
 $B_j$  = omräkningsfaktorn för resp. fordonsstyp  
 $n$  = avsedd teknisk livslängd i år

Finns andra fordonsslag med kända B-faktorer än de i tabell 2 kan  $N_{ekv}$  kompletteras med dessa.

## 2.3 Förenklad trafikklassindelning för stadsliknande ytor

Indelning i trafikklasser kan vara svår att tillämpa för de låga trafikklasser som förekommer i urban trafik, varför här nedan presenteras en vidareutveckling av Svensk Markbetongs förenklade trafikklassindelning." *Markbetongboken 2002*" [4]. Denna förenkling är tillämpligt t.o.m. trafikklass 2.

| Förenklad trafikklassindelning för stadsliknande ytor |                               |                          |             |             |             |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Trafik klass                                          | Standardaxlar för trafikklass | Max antal fordon per dag |             |             |             |
|                                                       |                               | Typfordon 1              | Typfordon 2 | Typfordon 3 | Typfordon 4 |
| G                                                     | 0                             | 10                       | 0           | 0           | 0           |
| G/C                                                   | 0                             | 100                      | 10          | 0           | 0           |
| 0                                                     | < 50 000                      | Fri trafik               | 100         | 10          | 0           |
| 1                                                     | 50 000 - 500 000              | Fri trafik               | Fri trafik  | 100         | 10          |
| 2                                                     | 500 000 - 1 000 000           | Fri trafik               | Fri trafik  | 100         | 100         |

Tabell 3. Förenklad trafikklassindelning för stadsliknande ytor. Livslängd överbyggnad 20 år



Fig. 6 Fordonstyper för förenklad trafikklassindelning

Det förekommer givetvis i städer **högre** trafikklasser än 2, t.ex. genomfartsleder. Om semielastisk beläggning då ska användas bör detta diskuteras med leverantören av beläggningsmaterialet. Denna förenklade beräkningsmodell täcker inte den situationen.

I Europastandarden för naturstenshällar SS-EN 1341 definieras olika *brottlast*klasser, vilka ej skall förväxlas med *trafik*klasser.

### 3. Överbyggnadens lager - Beräkningsgång vid dimensionering

Varje del, eller lager, i överbyggnaden har sina givna funktioner och krav på utförande. Avgörande för överbyggnadens funktion, hållbarhet och driftskostnad är att dessa utförandekrav respekteras och efterföljs, vilket kan underlättas av att man förstår deras funktion och enkelt kan beräkna dem. Alla lager i överbyggnaden är viktiga men **bärlagret** kräver störst uppmärksamhet, eftersom konsekvenserna blir allvarliga om det utförs felaktigt, t.ex. med överytan på fel nivå, otillräcklig packning, fel fraktion. **Bärlagret bestäms till 80mm.**

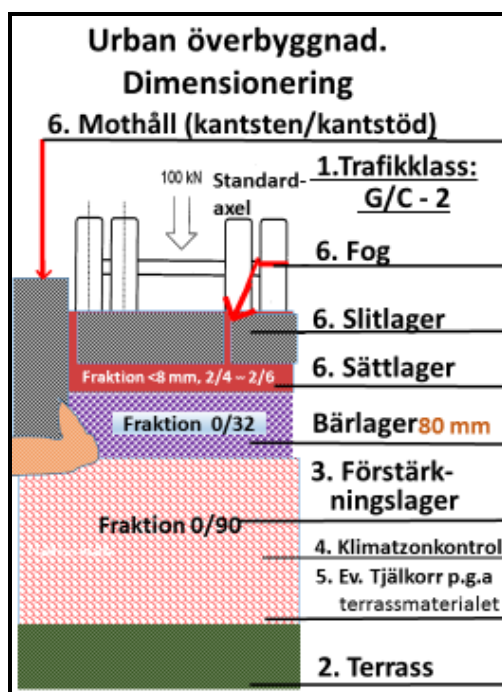


Fig. 7. De olika överbyggnadslagren. Siffrorna anger beräkningsgången för dimensionering. [9]

För att förstå utförandekraven är det viktigt att känna till de olika lagrens uppgift/funktion. Det är denna funktion som anger krav på de olika lagrens tjocklek, nivåer, materialtyp, fraktion och packning.

### 4. Dimensioneringsmallen: krav och dimensionering

För en snabb, förenklad beräkning finns en **dimensioneringsmall** i Excellformat presenterad i "**Bilaga A - Dimensionering Urban Överbyggnad. Dimensioneringsmall**".

Denna kan även fås som ett interaktivt Exceldokument via bl.a.: [www.sten.se/dokument](http://www.sten.se/dokument), [www.svenskmarkbetong.com](http://www.svenskmarkbetong.com).

I detta avsnitt beskrivs hur mallen ska användas. Denna förenklade version ger inga djupare förklaringar till hur vissa värden tagits fram, utan endast hur de ska användas.

## 4.1. Bärlager.

Bärlagrets uppgift är att bära trafiklasten. TDOK 2013;0530 och AMA anläggning DCB 3, kategori B skall följas. Bärlagermaterialet ska ha en siktcurva 0/32 (eller 0/40) som ger bärighet/styvhet. Lagret ska vara väl packat, ha jämn ovanyta och ha samma fall (lutning), som slitlagret. Packning utförs enligt gällande AMA Anläggning DCB 3.

För att undvika oklarheter och missförstånd införs ett entydigt mått för samtliga trafikklasser t.o.m. trafikklass 2 i urban miljö gäller 80 mm. **efter packning.** Denna tjocklek möjliggör en god packning. Det visade sig i HVS-försöken på VTI [8] att det kan krävas fler packningsöverfarter än det som anges i AMA Anläggning tabell DCB/3. För att på ett säkert sätt kontrollera packningsgraden kan s.k. packningsmätare (isotopmätare) eller statistiskt plattbelastning användas.

Bärlagrets överyta ska vara jämn med tolerans enligt AMA Anläggning DCB 312: 9 mm som största tillåtna avvikelse mätt från en 3m rätskiva och utförs till en nivå  $\leq 9$  mm under sättlagrets underyta.

**Anmärkning vid det praktiska entreprenadarbetet:** I projekteringen ska bärlagret vara 80 mm, men om det vid kontrollmätning av förstärkningslagrets ovanyta visar sig att denna hamnar på annan nivå än 80 mm under sättlagrets underyta måste bärlagrets tjocklek anpassas så att sättlagret hamnar på planerad nivå. **Påbörja inte arbetet med sättlagret förrän bärlagerytan justerats**

## 4.2. Terrassmaterial

Terrassens uppgift är att bära hela överbyggnaden, och då är givetvis bärförmågan hos terrassmaterialet av stor betydelse. Det indelas i olika materialtyper som framgår av tabell 4.

### Materialtyp och tjälfarlighetstyp i terrassen

| Materialtyp | Bergtyp                                   | Kulkvarnsvärde     | Halten av (vikt-%) x/y     |                              |                               | Exempel på jordarter                          | Tjälfarlighetsklass |
|-------------|-------------------------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------|
|             |                                           |                    | Finjord<br>0,063/<br>63 mm | Ler<br>0,002/<br>0,063<br>mm | Organisk<br>jord % /<br>63 mm |                                               |                     |
| 1           | 1<br>2                                    | $\leq 18$<br>19-30 | $< 10$                     |                              | $\leq 2$                      |                                               | 1                   |
| 2           |                                           |                    | $\leq 15$                  |                              | $\leq 2$                      | Bl, St, Gr, Sa, sa Gr, gr Sa,<br>Gr Mn, Sa Mn | 1                   |
| 3A          | 3                                         | $> 30$             | $\leq 30$                  |                              | $\leq 2$                      |                                               | 2                   |
| 3B          |                                           |                    | 16-30                      |                              | $\leq 2$                      | si Sa, si Gr, si Sa Mn, si Gr<br>Mn           | 2                   |
| 4A          |                                           |                    | 30-40                      |                              | $\leq 2$                      | le Mn                                         | 3                   |
| 4B          |                                           |                    | $> 40$                     | $> 40$                       | $\leq 2$                      | Le, Le Mn                                     | 3                   |
| 5A          |                                           |                    | $> 40$                     | $\leq 40$                    | $\leq 2$                      | Si, le Si, si Le, Si Mn                       | 4                   |
| 5B          |                                           |                    |                            |                              | 06-mar                        | gy Le, dy Si                                  | 4                   |
| 6A          |                                           |                    |                            |                              | 20-jul                        | le Gy                                         | 3                   |
| 6B          |                                           |                    |                            |                              | $> 20$                        | Gy, T                                         | 1                   |
|             | Övrigt material enligt särskild utredning |                    |                            |                              |                               | Restprodukter, återvunna<br>material, m.m.    |                     |

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

Tabell 4. Indelning av berg och jord i materialtyp. . TRV 2011:072 Tabell .4.3-1 [1]

## TRADITIONELL urban överbyggnad. Funktion och krav. Dimensionering.

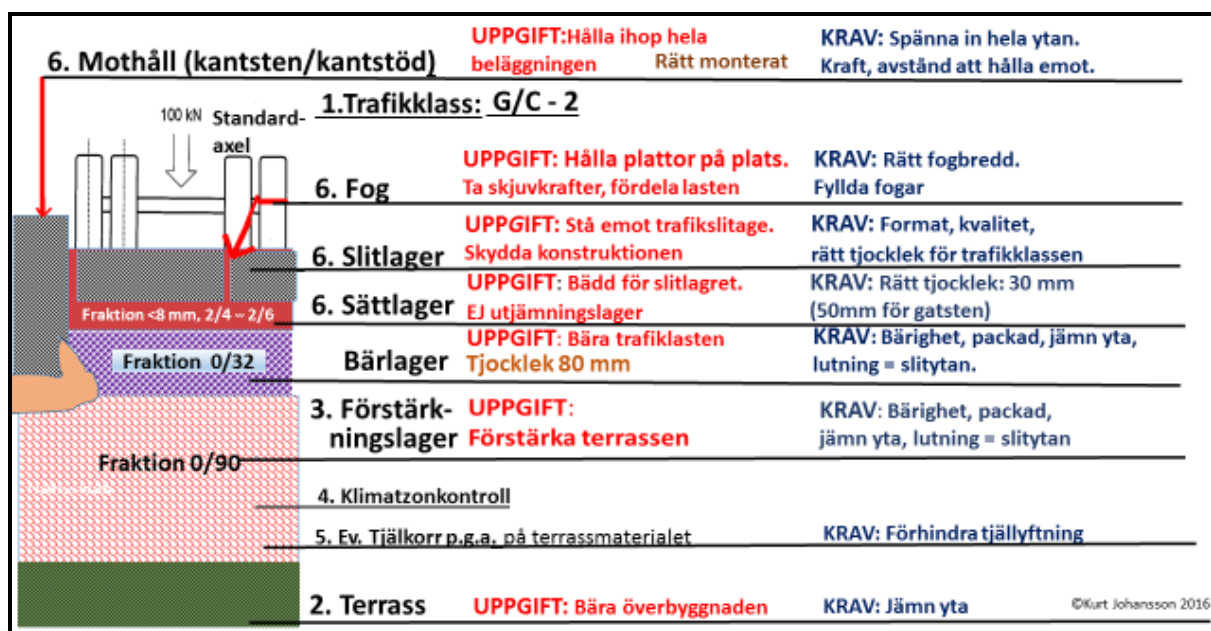


Fig.8. Överbyggnad. De olika lagrens funktion/uppgift och kraven på dem. Eventuella materiaskiljande lager är ej inritade [9].

### 4.3. Förstärkningslager.

Förstärkningslagrets uppgift är att förstärka terrassen. TDOK 2013.0530 och AMA anläggning DCB2, kategori B, ska följas. Materialet som förstärkningslagret är uppbyggt av ska ha en siktkurva som ger styvhet, vanligen 0/90 (eller 0/100). Lagret ska vara väl packat, ha jämn överyta och fall samma som slitlagret.

Om förstärkningslagrets tjocklek är mindre än 200 mm ska en finare fraktion användas, mest praktiskt är att fortsätta med bärlagerfraktionen 0/32. Förstärkningslagrets tjocklek bestäms av trafikklassen och materialtyp i terrassen (se tabell 4 ovan).

För lämplig tjocklek i mm på förstärkningslagret för resp. trafikklass och materialtyp, se i tabell 5

| Förstärkningslagrets tjocklek, mm efter packning             |             |      |      |      |
|--------------------------------------------------------------|-------------|------|------|------|
| Terrass-materialtyp                                          | Trafikklass |      |      |      |
|                                                              | G/C         | 0    | 1    | 2    |
| 1                                                            | 30**        | 30** | 70*  | 80*  |
| 2                                                            | 80*         | 100* | 150* | 190* |
| 3                                                            | 80*         | 100* | 240  | 270  |
| 4                                                            | 80*         | 210  | 270  | 310  |
| 5                                                            | 180*        | 300  | 400  | 440  |
| *Samma fraktion som i bärlagret används, men packas separat. |             |      |      |      |
| ** Samma fraktion som bärlagret, sampackas med bärlagret     |             |      |      |      |

Tabell 5. Förstärkningslager tjocklek i mm. Sammanvägda värden från "Markbetongboken 2002" [4]

I tabell 5 har värdena i "Markbetongboken" [4], Tabell 4.6 och 4.13 vägts samman, för att förenkla beräkningsgången. Det rör sig då om en kompromiss på någon cm vilket har bedömts ha ringa praktisk betydelse. Önskas en högre precision måste man använda de exakta värdena i nämnda tabeller.



#### 4.4. Klimatzon

För bl.a. dimensionering av överbyggnadens förstärkningslager med hänsyn till tjällyftning har landet indelas av Trafikverket i 5 klimatzoner, (se figur 9 nedan). Denna klimatzonsindelning är baserad på klimatperiodens längd under året.

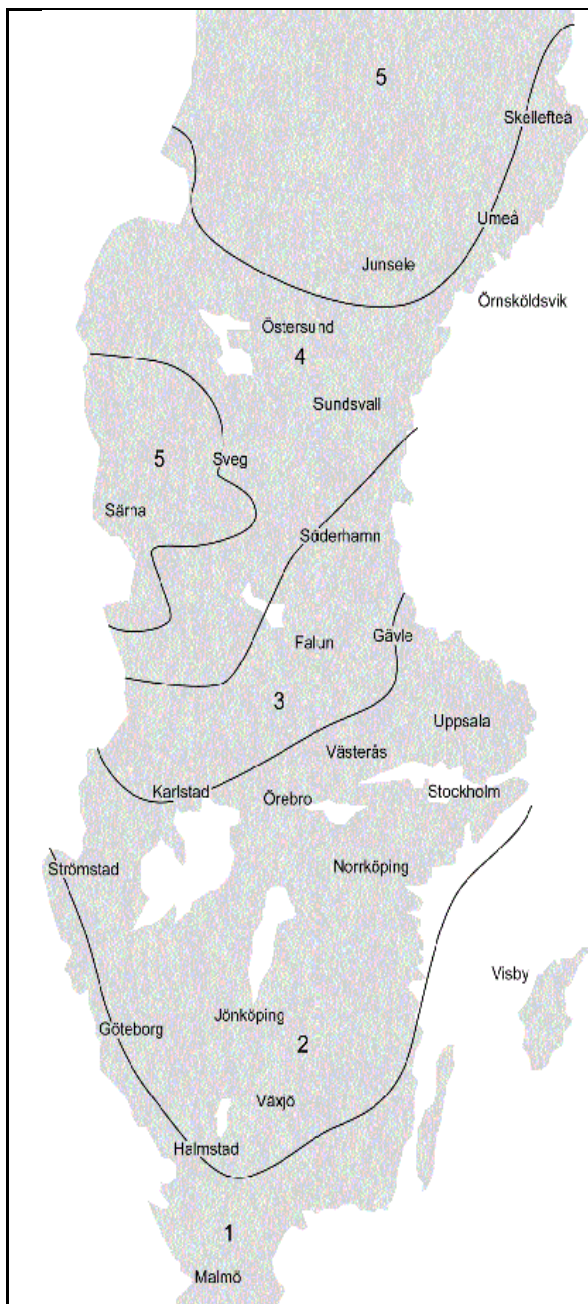


Fig. 9. Klimatzoner enligt TRV 2011:072 TDOK 2011:264 Illustration 4.2-1 [1]

#### 4.5 Tjärlfälgklasser

Terrassmaterialets tjärlfälgklass framgår av tabell 4. Om terrassmaterialet har hög tjärlfälgklass och klimatzonen är ogynnsam måste förstärkningslagrets tjocklek ökas för att undvika tjällyftning. Klimatzon erhålls från figur 9.

Information från figur 9 och tabell 4 kontrolleras mot nedanstående tabell 6 som anger krav på **totala överbyggnaders tjocklek**. Det gäller alla trafikklasser. Eventuell justering av förstärkningslagret kan då behöva göras.

| Total överbyggnad millimeter m.h.t. tjällyftning, mm |           |   |     |      |      |
|------------------------------------------------------|-----------|---|-----|------|------|
| Tjälfarlighetsklass                                  | Klimatzon |   |     |      |      |
|                                                      | 1         | 2 | 3   | 4    | 5    |
| 3                                                    | -         | - | 200 | 375  | 1150 |
| 4                                                    | -         | - | 545 | 1000 | 1250 |

Tabell 6 *Total överbyggnadstjocklek vid tjällyftningsrisk. "Markbetongboken 2002" [4]*

I klimatzon 1 och 2 behövs alltså ingen ökning oavsett terrassmaterialets tjälfarlighet. Är terrassmaterialets tjälfarlighet 1 och 2 krävs ingen ökning av förstärkningslagret oavsett klimatzon.

#### 4.6. Slitlager, sättlager, fogmaterial och mothåll: kantsten/kantstöd.

Sättlagret består av krossmaterial (makadam) eller natursand och är en bädd för och nivåfixering av slitlagret, dvs. beläggningsplattor, stenar eller hällar som ska stå emot trafikslitaget. Sättlagret har låg stabilitet och bärighet varför det ska vara så tunt som möjligt. Fogmaterial ska hålla beläggningsplattorna på plats och ta upp och överföra skjuvkrafter. Stenmjöl är olämpligt för naturstenbeläggningar både som fog- och sättmaterial då det innehåller för stor andel finmaterial.

Sättlagret får aldrig vara utjämningslager. Eventuella praktiska nivåjusteringar måste göras i bärlagret, (se *avsnitt 4.1 ovan*). Om nivån på bärlagrets ovanyta ej är enligt handlingarna ska den som är ansvarig för beläggningsarbetet påtala detta i byggprotokoll och begära justeringar.

För dimensionering av slitlagret hänvisas till respektive slitmaterialtillverkares rekommendation. För markbetong finns "Markbetongboken 2002". och för natursten finns anvisningar i Sveriges Stenindustriförbunds "Utemiljö mars 2017" [4]. Som bilaga B bifogas här en beräkningsmall för dimensionering av natursten och bilaga C för markbetong.

Mothåll i form av kantsten och kantstöd är nödvändigt för att hålla plattor och stenar på plats. Detta är särskilt viktigt då stora horisontala skjuvkrafter kan uppstå, t.ex. genom bromsande eller svängande tyngre fordon. Detta har skisserats i Figur 8. I denna rapport nämns detta endast som ett principiellt krav utan detaljer. Mothållet kan också bestå av spärrstenar med ovanyta i samma nivå som övriga marbeläggningsen eller utgöras av stålankare.

Som framgår av figur 4 måste systemet platta-fog-sättlager-mothåll ses som **en** samverkande enhet.

### 5. Övriga hänsynstagande

Det finns ett antal ytterligare förhållanden att ta hänsyn till, t.ex. om okrossat material används i förstärkningslagret. För överbyggnader i urbana miljöer antas detta vara ur miljösynpunkt sällsynt, varför det inte tas med i denna förenklade beräkningsmodell.

I figurerna ovan har ej geotextil tagits med, men vid risk för materialvandring kan det vara lämpligt att använda sådan som materialavskiljare.

Gator med biltrafik sätts med en överhöjning på c:a 10 mm, efter packning, så att det finns möjlighet för gatan att sätta sig under de första åren.

### 6. Övergång mellan olika material

Vid övergång mellan olika beläggningsmaterial, speciell i asfalt vid övergång mot markbetong eller natursten, kan sprickor lätt uppstå och vatten tränga in. Därför måste asfaltkonstruktionen förstärkas i ett stort område närmast övergången. Närliggande beläggningsmaterial med olika tjocklek måste beaktas även ur konstruktionssynpunkt.



## 7. Excelbladen i bilaga A, B, C och D

Dimensioneringen av överbyggnaden sker i två steg: Först överbyggnaden exklusive slitlagret, sedan slitlagret/beläggningen. Dessa föreligger som interaktiva Exceldokument.

### 7.1. Överbyggnad exkl. slitlager - Bilaga A

**Bilaga A** "*Dimensionering Urban Överbyggnad. Sammanställningsblad*" finns som aktivt Exceldokument med beräkningsformel kan hämtas hem från bland annat följande hemsidor:

[www.sten.se/dokument](http://www.sten.se/dokument) och [www.svenskmarkbetong.se](http://www.svenskmarkbetong.se).

Med hjälp av detta kan man få fram tjockleken på överbyggnadens olika lager och total överbyggnadshöjd.

### 7.2. Slitlager/beläggning - Bilaga B och C

Dimensionering av slitlagret/beläggning av natursten framgår av **Bilaga B**. "*Dimensionering Urban Överbyggnad. Naturstensbeläggning*" Beräkningsformeln i ett Exceldokument kan hämtas hem från olika hemsidor, bl.a. [www.sten.se/dokument](http://www.sten.se/dokument), som utgår från formeln i SS-EN 1341 2001 Annex A [7].

Med hjälp av denna kan man få fram tjockleken på beläggningsplattorna givet trafikklass, ytdimension och stenens böjhållfasthet.

De försök som gjorts i Vinnovaprojekten [9] indikerar att denna formel ger överdimensionerade tjocklekar, men ännu föreligger ingen färdig alternativ formel. När den finns tillgänglig kommer den som supplement till denna rapport.

För markbetong rekommenderas "*Markbetongboken 2002*" [4]. I **Bilaga C** "*Dimensionering Urban Överbyggnad. Markbetong*" finns sammanfattande förenklat blad. Finns som Exceldokument på [www.svenskmarkbetong.se](http://www.svenskmarkbetong.se)

### 7.3. Kontrollrutin

Rapporten om kontrollrutin för överbyggnader utarbetad av Göran Andersson och Kurt Johansson bifogas som **Bilaga D**. "*Dimensionering Urban Överbyggnad. Kontrollrutin*" [11]. De Excelblad som där ingår kan hämtas hem från olika hemsidor, bl.a. [www.sten.se/dokument](http://www.sten.se/dokument).

## 8. Källor och referenser

- [1] Trafikverket: Bl.a. TRVK Väg, DOK 2013:0530, TRV 2011:072
- [2] Byggtjänst: AMA Anläggning koderna DCB DCG m.fl.
- [3] Byggtjänst: RA Anläggning
- [4] Svensk Markbetong 2002: Beläggning med plattor och marksten av betong (2002)
- [5] Svensk Markbetong: Markstensbeläggningar för industriytor (2006)
- [6] Sveriges Stenindustriförbund Utemiljö Upplaga 2017 mars
- [7] CEN: SS-EN 1341, SS-EN 1342 (natursten) och SS-EN 1338, SS-EN 1339 (markbetong)
- [8] Två VINNOVA Projekt med Björn Schouenborg som projektledare RISE/SP. *Grågröna systemlösningar för hållbara städer*.(2012 – 2015) och *Klimatsäkrade systemlösningar för urbana ytor* (2015 – 2017) Finns på projektets hemsida [www.klimatsakradstad.se](http://www.klimatsakradstad.se)  
Projekten har bestått av ett antal arbetsgrupper, WP. Den grupp som mest arbetat inom denna rapports område WPA1 med Jörgen Larsson RISE/SP
- [9] Kurt Johansson: Överbyggnad med naturstens- och markbetongbeläggning. WP2-X - Förenklad dimensioneringsberäkning för trafikklass G/C, 0, 1 och 2 i urban miljö – Grågröna systemlösningar för hållbara städer. Rev 2016-01-02.
- [10] Fredrik Hellman, VTI. Dränerande markstenskonstruktioner för hantering av dagvatten i urbanmiljö. Föreläsning på SLU 2017-08-11
- [11] Kurt Johansson: Kontrollrutin för naturstens- och markbetongöverbyggnader i, trafikklass G/C,0,1 och 2 i urban miljö. WP2-y 2014-12-31 .som finns på [www.klimatsakradstad.se](http://www.klimatsakradstad.se).

# Förenklad dimensioneringsberäkning av överbyggnad för trafikklass G, G/C, 0, 1, 2 i urban miljö

Beläggning med markbetong , natursten och marktegel. Halvelastisk beläggning

Dimensionering Urban Överbyggnad Bilaga A  
C Sammanställningsblad

| 2. Terrass materialtyp | 3. Förstärkningslager (0/100) |      |      |      |      |
|------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|
|                        | Terrassmaterial → tjocklek mm |      |      |      |      |
|                        | 1                             | 2    | 3    | 4    | 5    |
| G                      | 0                             | 0    | 0    | 30** | 70*  |
| G/C                    | 30**                          | 80*  | 80*  | 80*  | 180* |
| 0                      | 30**                          | 100* | 100* | 210  | 300  |
| 1                      | 70*                           | 150* | 240  | 270  | 400  |
| 2                      | 80*                           | 190* | 270  | 310  | 440  |

Ökning om ej krossmaterial

0% 25% 25% 50% 50%

\*Förstärkningslagret < 200 används samma material som i bärlagret, men packas separat  
\*\* Samma material som i bärlagret, packas tillsammans med övriga

| 4. Klimatzon |
|--------------|
| se karta     |

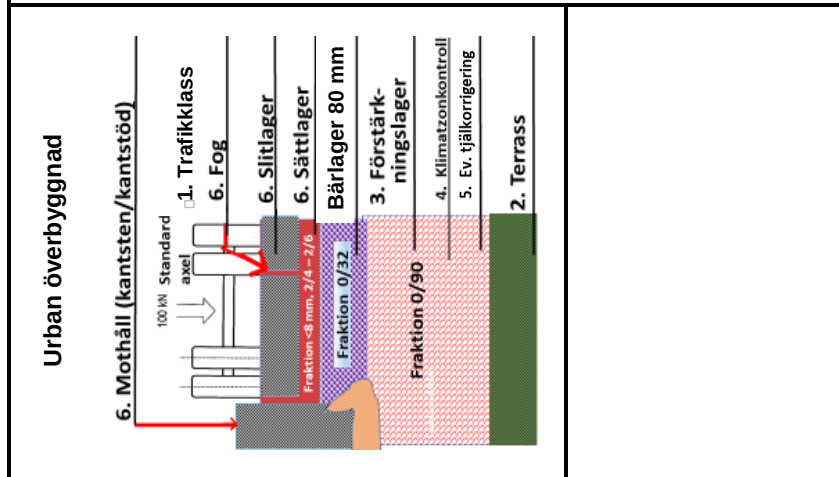
| 5. Tjälklass, klimat koll & korrigering                                            |           |   |     |      |      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---|-----|------|------|--|
| Total överbyggnadstjocklek med hänsyn till tjällyftning. <b>Alla trafikklasser</b> |           |   |     |      |      |  |
| Tjälklass                                                                          | Klimatzon |   |     |      |      |  |
|                                                                                    | 1         | 2 | 3   | 4    | 5    |  |
| 3                                                                                  |           |   | 200 | 375  | 1150 |  |
| 4                                                                                  |           |   | 545 | 1000 | 1250 |  |

| 6. Slitlager och sättsandslager Form, tjocklek |
|------------------------------------------------|
| Enligt tillverkarnas rekommendation            |

| 7. Kontroll och ev. korrigering av beräkningen |
|------------------------------------------------|
|------------------------------------------------|

## Excelberäkning

| 1. Trafik                                      | 2    |
|------------------------------------------------|------|
| Bärlagertjocklek                               | 80   |
| 2. Terrassmaterial                             | 5    |
| 3. Förstärkningslager                          | 440  |
| 6. Slitlager+sättslager                        | 110  |
| Summa överbyggnad                              | 630  |
| 4. Klimatzon                                   | 4    |
| 5. Tjälklass                                   | 4    |
| 5. Just. överbyggnad                           | 1000 |
| 7 a Justerat förstärkl.                        | 370  |
| 7. Justerat förstärkl.                         | 370  |
| 0 om 7a neg                                    |      |
| Förstärkningslager tjocklek <80 → 0/32fraktion | 810  |

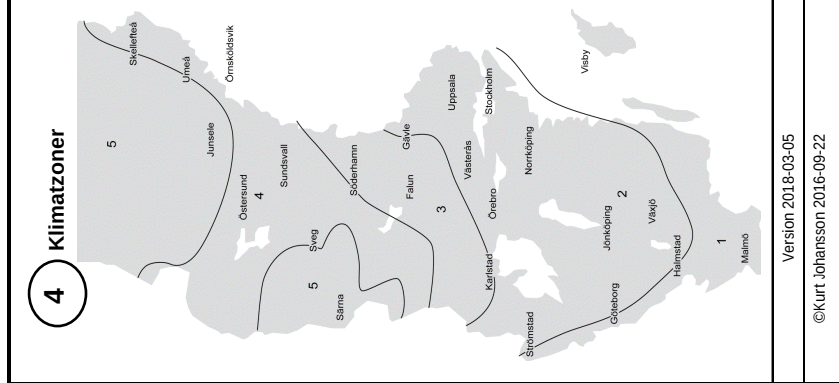


## Materialtyp och tjälfarlighetstyp

Indelning av berg och jord i materialtyp från TRVK (Trafikverket, 2011)

| Materialtyp | Bergtyp | Kullikarns svårighet | Halten av (vikt-%) x/y | Exempel på jordarter                    | Tjälfarlighetstyp |
|-------------|---------|----------------------|------------------------|-----------------------------------------|-------------------|
| 1           | 1       | < 18                 | < 10                   | Organisk jord % / 63 mm                 | 1                 |
| 2           | 2       | 19-30                | ≤ 15                   | Bl, St, Gr, Sa, sa                      | 1                 |
| 3A          | 3       | > 30                 | ≤ 30                   | Gr, gr Sa, Gr Mn, Sa Mn                 | 1                 |
| 3B          |         |                      | ≤ 2                    | si Sa, si Gr, si Sa                     | 2                 |
| 4A          |         |                      | ≤ 2                    | Mn, si Gr Mn                            | 2                 |
| 4B          |         |                      | ≤ 2                    | le Mn                                   | 3                 |
| 5A          |         |                      | > 40                   | Le, Le Mn                               | 3                 |
| 5B          |         |                      | ≤ 40                   | Si, le Si, si Le, Si Mn                 | 4                 |
| 6A          |         |                      | 3-6                    | gy Le, dy Si                            | 4                 |
| 6B          |         |                      | 7-20                   | le Gy                                   | 3                 |
| 7           |         |                      | > 20                   | Gy, T                                   | 1                 |
|             |         |                      |                        | Restprodukter, återvunna material, m.m. |                   |

Teckenförklaring: Bl=blockjord; St=stenjord; Gr=grus; Sa=sand; Mn=morän; Si=silt; J=jord; Le=lera; Gy=gyttja; Dy=dy; T=torv; Mu=muljord  
Exempel: si Le=siltig lera; Gr Mn=grusig morän



Version 2018-03-05  
©Kurt Johansson 2016-09-22

## Dimensionering av naturstensbeläggning

## B.1 Hällar

## B.1

Beräkningsformeln som Exceldokument kan hämtas från olika hemsidor, t.ex. [www.sten.se](http://www.sten.se)

Den utgår från ett förslag till formeln i Europastandarden SS-EN 1341: 2001 Annex A

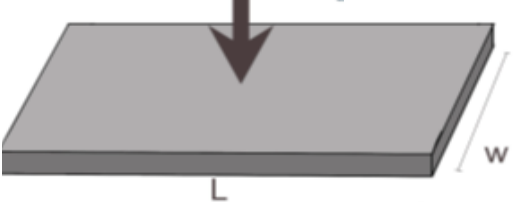
Den ger ett värde för plattjocklek givet trafikklass, ytdimension och stenens böjgållfasthet

De försök som gjorts i Vinnovaprojet [9] indikerar att denna formel ger överdimensionerade tjocklekar, men ännu föreligger ingen färdig alternativ formel.

### Dimensionering

$$P = \frac{R_f W t^2}{1500 L x F_s}$$

**P=brottlast**



Formeln ovan kan också skrivas:

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

t= Tjocklek  
W= Bredd  
L= Längd  
R<sub>f</sub> = Böjdraghållf. hos stenen  
F<sub>s</sub> =Säkers faktor



|                                                    |  |
|----------------------------------------------------|--|
| Sätt- och fogmaterial enligt Utemiljö 2017 [6]**   |  |
| Makadam 2-4, 2-5, 2-6 mm där andelen <2 mm är < 5% |  |
| eller naturgrus 0-8 mm                             |  |

**\*\* Sveriges Stenindustriförbund**  
 Stenhandboken Utemiljö mars 2017

**Tjocklek häll**

t = 45 mm

P 14 kN

R<sub>tf</sub> 16,6 MPa

L 300 mm

W 300 mm

F<sub>s</sub> 1,6

| Trafikclass | P = Brottlast KN |
|-------------|------------------|
| G           | 3,5              |
| GC          | 6                |
| 0           | 9                |
| 1           | 14               |
| 2           | 25               |

|                                          |      |
|------------------------------------------|------|
| Säkerhetsfaktor EN 1341 (2002)*          | 1,6* |
| Obundet sättningslag (makadam/naturgrus) |      |

\* Senare standard från 2012 har andra värden, men erfarenhet indikerar säkerhetsfaktor 1,6 som tillräcklig

Slitlager= häll+sättningslag 75 mm

Hällar, som beräknas enligt ovan, , klarar hållfastheten med god marginal förutsatt att:

- ▣ systemets sättningslag, fog, mothåll har rätt teknisk kvalitet och är korrekt monterade
- ▣ bär- och förstärkningslagret har rätt tjocklek, rätt fraktion och är tillräckligt packande
- ▣ dräneringen är tillfredsställande så vatten inte blir stående i beläggningen

## B.2 Råkilad eller klipp smågatsten

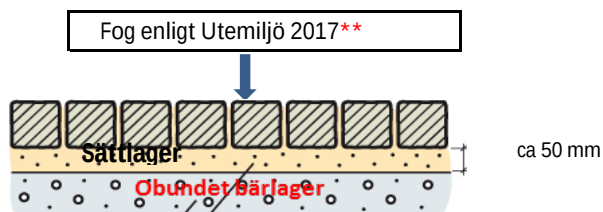
B.2

Vanligaste tjocklek på denna typ av gatsten c:a 100 mm

Sättlager c:a 50 mm

Klarar alla trafikklasser

Slitlager=sten+sättlager 150 mm



## B.3 Storgatsten

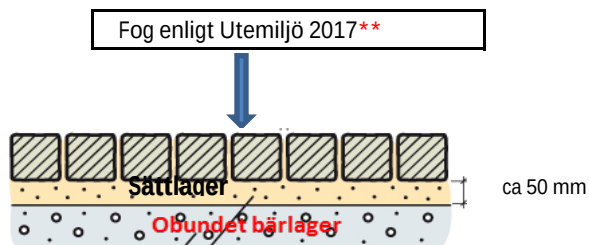
B.3

Vanligaste tjocklek på storgatstenen c:a 140 mm

Sättlager c:a 50 mm

Klarar alla trafikklasser

Slitlager=sten+sättlager 190 mm



## B.4 Sågad klippt och flammad/krysshamrad smågatsten

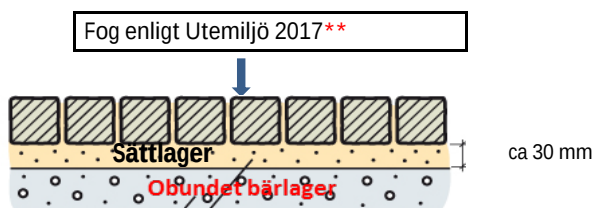
B.4

Vanlig tjocklek på denna typ av gatsten c:a 80 - 100 mm

Sättlager 30 mm

Klarar i och för sig trafikklass 2  
men glider vid hög trafikbelastning

Slitlager=sten+sättlager 110-130 mm



## Dimensionering av markbetong

### C.1 Markbetongplattor

**Dimensionering**

$$P = \frac{R_{\#} W t^2}{1500 L \times F_s}$$

$t$  = Tjocklek  
 $W$  = Bredd  
 $L$  = Längd  
 $R_{\#}$  = Böjdraghållf.  
 $F_s$  = Säkers faktor

**P=brottlast**

Formeln ovan kan också skrivas:

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

**Tjocklek platta**

$t =$   mm

$P =$   kN

$R_{tr} =$   MPa

$L =$   mm

$W =$   mm

$F_s =$

| Trafik klass | Brottlast KN |
|--------------|--------------|
| G            | 3,5          |
| GC           | 6            |
| 0            | 9            |
| 1            | 14           |
| 2*           | 25           |

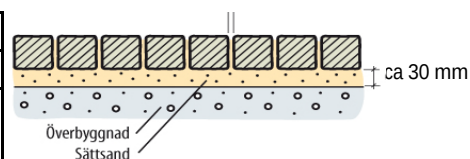
\* rådgör med leverantör

| Säkerhetsfaktor              |
|------------------------------|
| Obundet i sand eller makadam |
| 1                            |

Platta + sättningslager  mm

### C2 Dimensionering för marksten

|                                  | Trafikklass |           |            |
|----------------------------------|-------------|-----------|------------|
|                                  | G           | G/C       | 0 - 2      |
|                                  | 50          | 60        | 80         |
| <b>Marksten + sättningslager</b> | <b>80</b>   | <b>90</b> | <b>110</b> |



## Kontrollrutin för överbyggnader i urban miljö, med trafikklass G/C, 0, 1, och 2 med naturstens- och markbetongbeläggning

### Sammanfattning

Denna kontrollrutin har tagits fram för att underlätta besiktningskontroll och egenkontroll av överbyggnader med icke-permeabla naturstens- och markbetongbeläggningar för trafikklass G/C, 0, 1 och 2 i urbana miljöer.

Rutinen består av ett antal blanketter med anvisningar. Dessa blanketter kan också läggas in i en anpassad app. Blanketterna består av två set, ett för överbyggnad exkl. slitlager och ett för slitlagret. Varje set har två blanketter: Kontrollbeskrivning och Kontrollprotokoll. Följs anvisningarna i vad avser kontrollbeskrivning och kontrollprotokoll kan utförandet bedömas vara säkert.

### Bakgrund – behov av kontrollrutin

Det är uppenbart i vissa fall att den utförda överbyggnaden inte stämmer överens med gällande anvisningar. Ett vanligt fel är att bärlagrets överyta är ojäm och inte håller rätt nivå, varför då sättsanden blir utjämningslager, vilket den inte är lämpad för. Sättsandslagret skall vara en tunn bädd för beläggningsskiktet/slitlagret. Ett annat problem kan vara att bär- och förstärkningslager är otillräckligt komprimerade/packade. Även tjockleken kan avvika från anvisningarna.

Vanligen sker slutbesiktning när slitlagret är lagt och det då är svårt att se hur överbyggnaden under detta ser ut. Finns det brister i överbyggnaden under slitlagret kan dessa inte konstateras, utan ingrepp, vid slutbesiktningen. Dessa kommer att ge sig till känna först efter några år. Egenkontrollen ska ju säkra de icke synliga delarna, men det är inte alltid denna fungerar som den ska.

Det behövs uppenbarligen en rutin för att underlätta och säkra dels egenkontrollen av överbyggnaden under slitlagret, dels underlätta för de externa kontrollanter som kanske måste utnyttjas i större omfattning framöver. Det samma gäller även för slitlagret.

Det kan också behövas en checklista för föreskrivande led vid projekteringen, så att behovet av kontroll betonas även där.

### Avgränsningar

Följande avgränsningar har gjorts:

- Endast halvelastiska överbygganden dvs. natursten, markbetong och marktegel
- Endast icke-permeabla överbygganden, med slitskikt lagt i sand/stenmjöl
- Urbana överbyggnader från trafikklass C/G t.o.m trafikklass 2
- Obundet bärlager

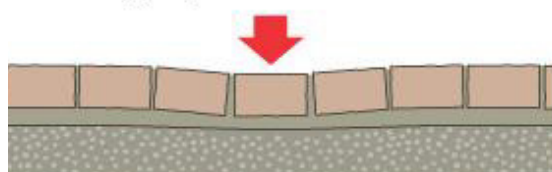


Fig. 1. Halvelastisk överbyggnad.

Denna begränsning hindrar inte från möjligheten att använda principen även för andra situationer och material.

## Framtagning av kontrollrutin

Denna rapport har tagits fram i samarbete mellan BEUM, Besiktningsmän För Utemiljö (Göran Andersson), Sveriges Stenindustriförbund (Kurt Johansson) och Svensk Markbetong (Erik Simonsen, Jan Lang).

Den finns pulicerad på [www.klimatsakradstad.se](http://www.klimatsakradstad.se).

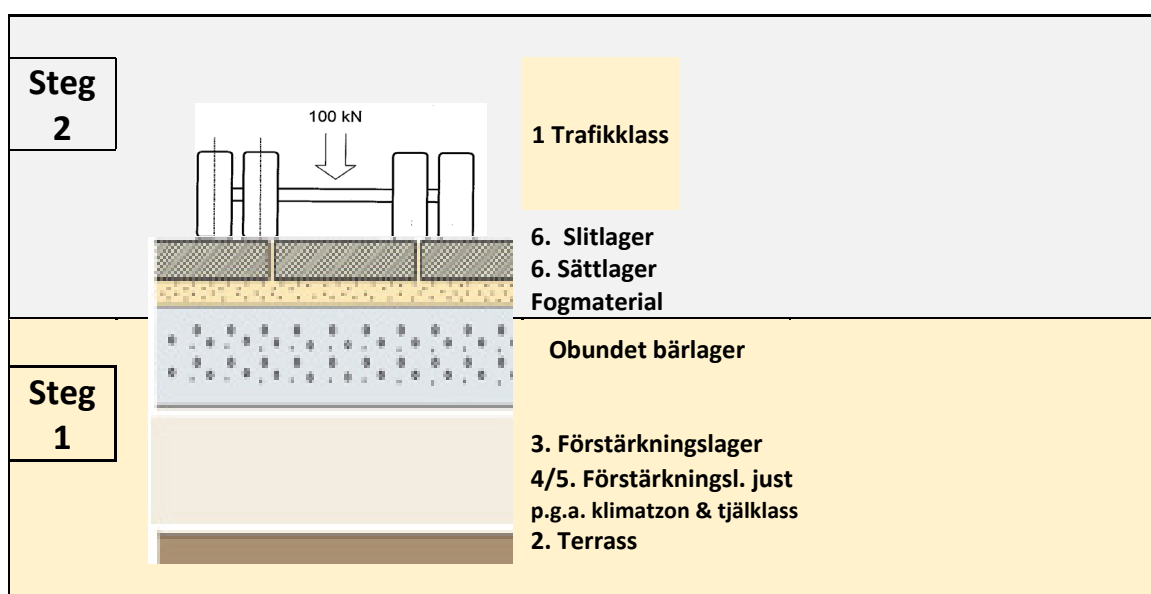
## Kontrollrutinen

Följs rutinen och anvisningarna i vad avser kontrollbeskrivning och kontrollprotokoll kan objektets utförande bedömas vara säkert.

Refererande till bilagan. Den första sidan visar principen för rutinen.

Kontrollen sker i två steg; kontroll av överbyggnad exkl. slitlager och kontroll av slitlager.

Rutinen bygger på blanketter bestående av två set, ett för överbyggnad exkl. slitlager och ett för slitlagret.



1.1  
**Överbyggnad exkl. slitlager**  
**KONTROLLBESKRIVNING**

1.2  
**Överbyggnad exkl. slitlager**  
**KONTROLLPROTOKOLL**

2.1  
**Slitlager**  
**KONTROLLBESKRIVNING**

2.2  
**Slitlager**  
**KONTROLLPROTOKOLL**



### **Steg 1. Kontroll av överbyggnaden exkl. slitlager.**

För detta finns ett set med två blanketter:

I Kontrollbeskrivningen jämförs handlingarna med de "referensanvisningar" som är aktuella. Denna kan användas i olika stadier av entreprenaden. Detta är ett utmärkt hjälpmedel vid startmötet där man kontrollerar och tolkar handlingarna. Vid stor avvikelse mellan "referensanvisningar" och handlingar, eller om vissa viktiga uppgifter saknas i handlingarna, bör detta påpekas, diskuteras och dokumenteras. Det som sedan noterats som "beslutat värde" plus ev. anmärkning skrivs sedan in i blanketten, som då blir ett Kontrollprotokoll. Mot detta "beslutade värde" i Kontrollprotokollet införs det kontrollerade värdet som "uppmätt kontrollvärde". Avvikelse bedöms, eventuellt i speciell rapport.

Om det vid slutbesiktningen saknas någon punkt i handlingar eller protokoll gäller "fackmannamässigt utförande", dvs. "referensanvisningar".

Detta blankettset är tänkt både för egenkontroll och extern besiktningskontroll. Det kan också vara en checklista för projektörer.

### **Steg 2. Kontroll av slitlagret (platta + sättlager)**

Även för slitlagret finns två blanketter: Kontrollbeskrivning och Kontrollprotokoll. Rutinen från steg 1 upprepas. Här redovisas endast två exempel; naturstenhällar och markbetong.

#### **Utveckling av rutinen**

Blanketter kan också läggas in på en anpassad app. Rutinen kan enkelt utvidgas med ytterligare kontrollpunkter och till andra material.

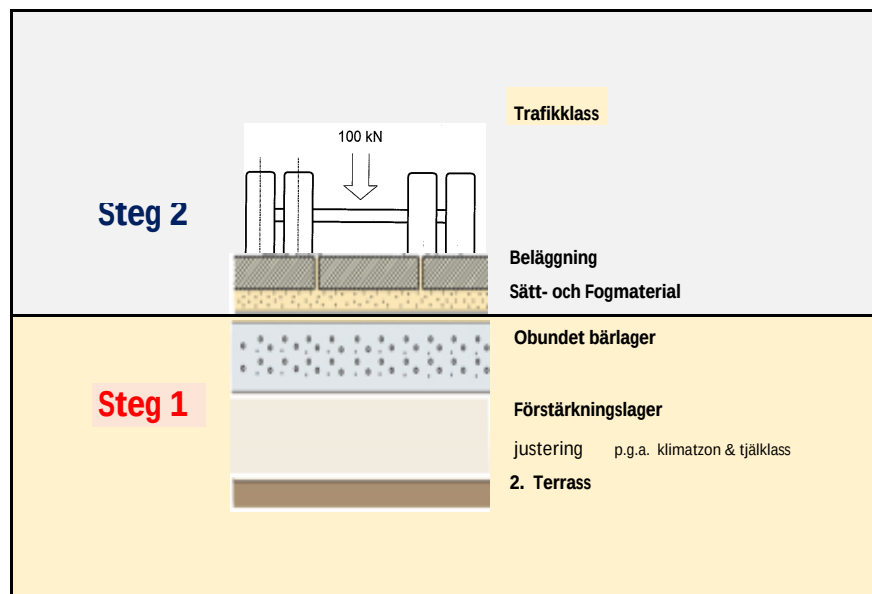
## **Källor och referenser**

Enligt avsnitt 8 i rapporten

## **Bilagor Kontrollmallar**

- D1.1** Kontrollbeskrivning, Överbyggnad exkl. slitlager
- D1.2** Kontrollprotokoll Överbyggnad exkl. slitlager,
- D2.a1** Kontrollbeskrivning, Naturstenhällar
- D2.a2** Kontrollprotokoll. Naturstenhällar
- D2.b1** Kontrollbeskrivning, Betongmarksten
- D2.b2** Kontrollprotokoll. Betongmarksten

# Kontrollrutin för överbyggnad med naturstens- och markbetongbeläggning på obundet bärlager i urbana miljöer



D1.1

Överbyggnad exkl. slitlager

Steg 1

KONTROLLBESKRIVNING

D1.2

Överbyggnad exkl. slitlager

Steg 1

KONTROLLPROTOKOLL

Steg 2

a

natursten

D2.a1

Slitlager

Natursten

KONTROLLBESKRIVNING

b

betong

D2.b1

Slitlager

Marksten och plattor av betong

KONTROLLBESKRIVNING

Steg 2

D2.a2

Slitlager

Natursten

KONTROLLPROTOKOLL

D2.b2

Slitlager

Marksten och plattor av betong

KONTROLLPROTOKOLL

1.a Överbyggnad exkl. slitlager/beläggning

Bilaga kontrollmall D1.1

**KONTROLLBESKRIVNING**

Datum .....

Projekt:

Beställare:

Entreprenör:

Arbete:

**Grunddata**

Typ av yta: torg, väg, parkering,

1

**Föreskriven trafikklass**

Klass:

Kommentarer

**Referensdokumentation**

2

**Material i terrassen**

ABT VÄG, AMA DC/1

Typ:

4

**Klimat zon**

TRV 2011:072

Zon:

5

**Tjälklass**

TRV 2011:072

Klass:

Krossberg/annan material

Typ

**Bärlager****Referensdokumentation**Referens-  
värdeHandlingar  
värdeBeslutat  
värde

1

**Fraktion /siktkurva**

TRVKB 10

**Tjocklek**

SLU-rap. Dimensionering

**Fall:** Ytan exakt som slitytan

Utemiljö 4.4.5, AMA

**Planhet/buktighet överytan**

AMA DCB.312

**Komprimering**

AMA DCB.3

Vattenkvot

Typ av padda/vält

Antal överfarter

**Packningskontroll packningsmätare**

Typ

**Förstärkningslager****Referensdokumentation**

3

**Tjocklek**

SLU-rap Dimensionering

**Fall****Fraktion/siktkurva**

TRVKB 10

&lt; 200 mm samma fraktion som bärlager

**Komprimering**

AMA DCB.2

Vattenkvot

Typ av padda/vält

Antal överfarter

**Packningskontroll packningsmätare**

Typ

Geotextil motsv.

**Kontroll av tjälrisk och klimatzon**

4\5

**Korr av förstärkningslagret**

SLU-rap. Dimensionering

**Terrassens jämnhet**

## 1.2 Överbyggnad exkl. slitlager/beläggning

**KONTROLLPROTOKOLL**

Datum .....

Projekt:

Beställare:

Entreprenör:

Arbete:

**Kontrollmoment****Bärlager kontroll**

Fraktion /siktkurva

Tjocklek

Fall Exakt samma som ytskiktet

Planhet/Buktighet överyta

Komprimering

Vattenkvot

Typ av padda/vält

Antal överfarter

Kontroll av packningsgrad

Packningsmätare

Beslutat

värde enl. D1.1

Kontroll

uppmätt värde

1 2 sign

**Förstärkningslager kontroll**

Tjocklek

Fraktion/siktkurva

&lt; 200 mm samma fraktion som bärlagret

Planhet/Buktighet överyta

Komprimering

Vattenkvot

Typ av padda/vält

Antal överfarter

Kontroll med packningsmätare

Geotextil, motsv.

Kontroll av klimatzon och tjälrisk

Korrigerig av förstärkningslagret

**Terrassen kontroll jämnhet**

Ev. hänvisning:

Avvikelse rapport nr .....

Kontrollstatus

1 Kontrollerat och godkänt

Ej relevanta kontrollmoment tas bort

2 Kontrollerat och inte godkänt

Övriga anteckningar

Kontrollansvarig

Namn

Namnteckning

## 2.a1 Överbyggnad slitlager/beläggning

Bilaga kontrollmall D2.a1

### KONTROLLBESKRIVNING

Datum .....

Projekt:

Beställare:

Entreprenör:

Arbete:

Naturstenshållar i obundet sättlager

#### Kontroller innan arbetet påbörjas

Innan arbetet med slitlagret/beläggningen påbörjas måste stenläggaren förvissa sig om att bärlagrets jämnhet är enligt AMA DCB 3, kategori B, har rätt tjocklek och är tillräckligt kompakterat (packat), samt att eventuellt förstärkningslager är utfört på rätt sätt.

Överbyggnaden ska i sin helt het vara utförd enligt blankett D1.1 och kontrollerat enl. D1.2

Kontrollera: Överbyggnad under sättlagret enligt blanketten D1.2

#### Bärlager kontroll

Nivå (30 mm under plattan undersida)

Planhet/Buktighet

Packning

Fall

Referens-  
värde

Handlingar  
värde

Beslutat  
värde

#### Materialkontroll

Referensdokumentation

Natursten Utemiljö Kap 3 & 4

Typkonstruktioner HS

Stensort

Utemiljö 4.1

Tjocklek

Utemiljö 4. Mått, tolerans

Ytmått

Utemiljö 4. Mått, tolerans

Ytbearbetning

Utemiljö 4.1

Sättlager

Utemiljö 3. Siktkurva

Fogmaterial

Utemiljö 3. Siktkurva

Fogbredd

Utemiljö 3. Siktkurva

#### Monteringsmoment för kontroll

Referensdokumentation

Mönster

Utemiljö 4.2.1

Fogar

Utemiljö 4.3.2, Tabell 4.12

Fall

Buktighet

Utemiljö 4.4.10.

Fogsprång

Utemiljö 4.4.10.

Typ av mothåll

Avstånd till mothåll

Dränering

## 2.b1 Slitlager/beläggning

**KONTROLLBESKRIVNING**

Datum .....

Projekt:

Beställare:

Entreprenör:

Arbete:

**Betongmarksten****Kontroller innan arbetet påbörjas**

Innan arbetet med slitlagret/beläggningen påbörjas måste stenläggaren förvissa sig om att bärlagrets jämnhet är enligt AMA DCB 3, kategori B, har rätt tjocklek och är tillräckligt kompakterat (packat), samt att eventuellt förstärkningslager är utfört på rätt sätt.

**Överbyggnaden ska i sin helt het vara utförd enligt blankett D1.1 och kontrollerat enl. D1.2**

Kontrollera:

Överbyggnad under sättlagret enligt blanketten D1.2

**Bärlagerkontroll**

Nivå (30 mm under plattan undersida)

Planhet/Buktighet

Packning

Fall

Referens-  
värdeHandlingar  
värdeBeslutat  
värde**Materialkontroll**

Referensdokumentation

Material

Tillverkarens handlingar

Tjocklek

Tillverkarens han Mått, tolerans

Ytmått

Tillverkarens han Mått, tolerans

Benämning

Tillverkarens handlingar

Sättmaterial

"Markbetongboken"\*\*\* Sikturva

Fogmaterial

"Markbetongboken"\*\*\* Sikturva

**Monteringsmoment  
för kontroll**

Mönster

Enligt ritningsunderlag

Fogar

"Markbetongboken"\*\*\*

Fogbredd

"Markbetongboken"\*\*\*

Fall

"Markbetongboken"\*\*\*

Planhet/Buktighet

"Markbetongboken"\*\*\*

Dränering

"Markbetongboken"\*\*\*

\*\*\* Boken: Beläggning med Plattor och Marksten av Betong 2002 kap. 3 och 4, Svensk Markbetong

## 2.b2 Slitlager/beläggning

**KONTROLLPROTOKOLL**

Datum .....

Projekt:

Beställare:

Entreprenör:

Arbete:

**Beläggning med betongmarksten****Kontrollmoment****Bärlager kontroll**

Fraktion /siktkurva

Buktighet

Packning

Fall

Beslutat värde  
Blankett 2.b1Uppmätt  
Kontrollvärde

| 1 | 2 | sign |
|---|---|------|
|   |   |      |
|   |   |      |
|   |   |      |
|   |   |      |

**Materialkontroll**

Material

Tjocklek

Ytmått

Benämning

Sättilager

Fogmaterial

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**Monteringskontroll**

Mönster

Fogar bredd

Fogar fyllnadsgrad

Fall

Buktighet

Fogsprång

Dränering

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Övriga anteckningar

Ev. hänvisning:

☐ Relationshandling .....

Kontrollstatus

1 kontrollerat och godkänt

Ej relevanta kontrollmoment tas bort

2 kontrollerat och inte godkänt

Kontrollansvarig

Namn

Namnteckning