



# Byggnads- och underhållsmetoder för CBÖ-vägar

Ellen Dolk



VTI notat 34-2016

# Byggnads- och underhållsmetoder för CBÖ-vägar

Ellen Dolk

Diarienummer: 2012/0528-29  
Omslagsbilder: Bengt-Åke Hultqvist, VTI  
Tryck: VTI, Linköping 2017

---

## Förord

---

Det här notatet är en del av ett projekt om underhåll av CBÖ-vägar som är finansierat av Trafikverket. Förutom notatet har även den senaste sträckan på Lambohovsleden kunnat byggas, mätas in och följas upp tack vare projektet. Beställare och kontaktperson har varit Björn Kullander på Trafikverket, och Bengt-Åke Hultqvist har gjort det största arbetet och drivit projektet fram till sista året då Ellen fick ta över. Tillsammans med Stig Jansson, tidigare på Cementa, har Bengt-Åke samlat ihop de många års erfarenhet av CBÖ-vägar som legat till grund för detta notat.

Tack till dem som på olika kommuner har tagit sig tid att svara på våra frågor om utförda åtgärder och nuvarande tillstånd på de olika vägarna. Tack också till Gail Hallberg på GH Language Solutions AB som har översatt notatets sammanfattning till engelska.

Linköping, november 2016

*Ellen Dolk*  
*Projektledare*

---

## Kvalitetsgranskning

---

Internt granskningsseminarium genomfört 27 april 2016 där Bengt-Åke Hultqvist och Stig Jansson presenterade notatmanus, Björn Kullander (Trafikverket) och Erik Simonsen (Cementa) granskade och kommenterade. Ellen Dolk har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Forskningschef Björn Kalman har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 8 december 2016. De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarens/författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis myndigheten VTI:s uppfattning.

---

## Quality review

---

Internal review seminar was carried out on 27 April 2016 where Bengt-Åke Hultqvist and Stig Jansson presented the manuscript. Björn Kullander (Swedish Transport Administration) and Erik Simonsen (Cementa) reviewed and commented on the manuscript. Ellen Dolk has made alterations to the final manuscript of the report. The research director Björn Kalman examined and approved the report for publication on 8 December 2016. The conclusions and recommendations expressed are the author's/authors' and do not necessarily reflect VTI's opinion as an authority.

---

# Innehållsförteckning

---

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>7</b>
<b>Summary .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Bakgrund .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Beskrivning av olika vägobjekt.....</b>	<b>12</b>
2.1. Lambohovsleden del 2, 1985 .....	12
2.1.1. Vägens uppbyggnad och recept .....	12
2.1.2. Utförande .....	12
2.1.3. Uppföljning av funktion och skador .....	12
2.1.4. Skadeåtgärder.....	13
2.1.5. Vägens funktion 2016.....	13
2.1.6. Resultat och slutsatser.....	13
2.2. Östra Ringvägen i Kristinehamn, 1986.....	13
2.2.1. Vägens uppbyggnad och recept .....	13
2.2.2. Utförande .....	14
2.2.3. Uppföljning av funktion och skador .....	14
2.2.4. Skadeåtgärder.....	15
2.2.5. Vägens funktion 2016.....	15
2.2.6. Resultat och slutsatser.....	16
2.3. Lambohovsleden del 3, 1989 .....	16
2.3.1. Vägens uppbyggnad och recept .....	16
2.3.2. Utförande .....	17
2.3.3. Uppföljning av funktion och skador .....	18
2.3.4. Skadeåtgärder.....	19
2.3.5. Vägens funktion 2016.....	19
2.3.6. Resultat och slutsatser.....	19
2.4. Väg 55 vid Örsundsbro, 1996 .....	19
2.4.1. Vägens uppbyggnad och recept .....	19
2.4.2. Utförande .....	20
2.4.3. Uppföljning av funktion och skador .....	21
2.4.4. Skadeåtgärder.....	21
2.4.5. Vägens funktion 2016.....	21
2.4.6. Resultat och slutsatser.....	22
2.5. E6 Fastarp-Heberg, 1996 .....	22
2.5.1. Vägens uppbyggnad och recept .....	22
2.5.2. Utförande .....	23
2.5.3. Uppföljning av funktion och skador .....	24
2.5.4. Skadeåtgärder.....	24
2.5.5. Vägens funktion 2016.....	24
2.5.6. Resultat och slutsatser.....	25
2.6. Yttre Ringvägen i Malmö, 2000.....	25
2.6.1. Vägens uppbyggnad och recept .....	25
2.6.2. Utförande .....	25
2.6.3. Uppföljning av funktion och skador .....	27
2.6.4. Skadeåtgärder.....	28
2.6.5. Vägens funktion 2016.....	28
2.6.6. Resultat och slutsatser.....	28
2.7. Hertig Johans Allé i Linköping, 2013 .....	29

2.7.1. Vägens uppbyggnad och recept .....	29
2.7.2. Utförande .....	29
2.7.3. Uppföljning av funktion och skador .....	30
2.7.4. Skadeåtgärder.....	30
2.7.5. Vägens funktion 2016.....	30
2.7.6. Resultat och slutsatser.....	31
<b>3. Erfarenheter och rekommendationer.....</b>	<b>32</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>33</b>



---

## Sammanfattning

---

### Byggnads- och underhållsmetoder för CBÖ-vägar

av Ellen Dolk (VTI)

Vägöverbyggnad med cementbundet bärlager och asfalt som slitlager är relativt styva och lämpar sig bra för vägar med tung trafik. Överbyggnadstypen som benämns Cementbitumenöverbyggnad (CBÖ) är vanlig i många europeiska länder och tidigare även i Sverige, men har under senare år använts ganska lite här. En anledning har varit att man på många vägar har fått problem med reflektionssprickor i asfalten på grund av den sprickbildning som uppkommer i det cementbundna grusbärlagret (CG). Sprickbildningen är i huvudsak temperatursprickor som fortsätter upp genom asfaltlagren. Sprickbildning i det cementbundna lagret uppkommer med olika avstånd, med bredare sprickor på ett avstånd av 15–20 meter och det är dessa som fortsätter upp genom överliggande asfaltlager.

I denna rapport har sju väl kända vägobjekt studerats där CBÖ används som vägöverbyggnad och som trafikerats mellan 2 och 30 år. Beroende på att vägarna har olika trafikmängd har CG-lagrets tjocklek varit från 160 millimeter till 240 millimeter. Beroende på när vägarna byggdes har byggnadskraven på CBÖ varit olika. Kravet på hållfastheten hos CG har varierat från 8,5 MPa till 17 MPa. Tjockleken på asfaltbindlagret mellan CG och asfaltslitlager har varierat från 50 millimeter till 115 millimeter och typen av bindlagret har varit från asfaltgrus (AG) till olika typer av mjukare eller till hårdare asfalttyper och över det har det alltid varit ett 40 millimeter asfaltslitlager.

Variationerna i kraven och den låga byggnadsvolymen visar att det varit stor osäkerhet i vad som ansetts vara det bästa för att minimera uppkomsten av reflektionssprickor. Det vanligaste har varit att begränsa hållfastheten för CG. Vid en hög hållfasthet får man långa avstånd mellan sprickorna och därmed breda sprickor som lätt tränger upp genom asfaltlagren. Vid en låg hållfasthet blir avståndet mellan sprickorna mindre och sprickorna blir tunnare. Detta är gynnsamt för att förhindra uppkomsten av reflektionssprickor, men en alltför låg hållfasthet kan medföra beständighetsproblem i CG-lagret. En lämplig hållfasthet för CG kan vara 8–10 MPa.

På de sju vägobjekten har utförandemetoderna av CG-lagret också varit varierande. Tre vägobjekt har den traditionella metoden att lägga ut CG med asfaltutläggare. På två av vägobjekten har CG tillverkats vid betongfabrik men lagts ut med en bärlagerläggare typ MassMaster och därefter packats med vält. Ett vägobjekt har den fabriksstillverkade CG-massan tippats på vägen och planerats ut med väghyvel och därefter packats med vält. På ett vägobjekt provades en "nyggammal" metod att tillverka CG på vägen genom att göra den platstillverkad. Vid utförandet spreds cement på bärlagergruset varefter en fräs blandade in cement i grusmaterialet och därefter packades lagret med vält.

Erfarenheterna från denna studie av sju CBÖ-vägar visar att utformningen av CBÖ-konstruktionen och utförandemetoden har avgörande betydelse för hur skador uppkommer. Bästa resultatet med avseende på sprickor har uppnåtts med mer flexibla asfaltbeläggningar i både bindlager och slitlagret innehållande gummigranulat eller modifierat bitumen. Dessa har möjligheten att ta upp rörelserna i CG-lagret och minimera fortplantningen av sprickorna uppåt. Ett exempel på en metod som provats och som visat gott resultat är när man försökt att styra sprickbildningen i CG-lagret. Genom att utföra sprickanvisningar som fylls med bitumen i det nylagda CG-lagret har man åstadkommit ett sprickmönster med tunna tvärgående sprickor. Detta i kombination med flexibla asfaltmassor i både bindlager och slitlager har visat sig ge färre och tunnare reflektionssprickor och därmed mindre skador. Därmed kommer inte sprickorna att vara orsaken till att vägen måste underhållas utan andra skador i form av spår på grund av dubbslitage kommer att vara avgörande för vägens underhållsbehov.

I de fall där reflektionssprickor har uppkommit har dessa i regel tätats med bitumen eller gjutasfalt. I något fall när sprickorna varit breda har fogmassa provats med gott resultat. Tunna sprickor har inte åtgärdats.

För några vägar med breda sprickor har olika reparationsmetoder provats. På Östra Ringvägen i Kristinehamn provades armering med glasfibernät alternativt stålnät på den uppspruckna beläggningen innan ett nytt slitlager lades. Detta visades sig inte fungera över tiden. Att använda armeringsnät eller fiberduk mellan asfaltlagren verkar inte fördröja eller förhindra sprickbildningen. På Yttre Ringvägen i Malmö som hade breda reflektionssprickor har olika prov gjorts, med bland annat nätarmering, men där den enda metod som i dagsläget ser ut att fungera är tätning av sprickorna med fogmassa. För CBÖ-sträckan på väg E6 vid Fastarp reparerades sprickorna med olika asfaltmassor innan ett nytt slitlager lades.

Resultatet för de utförda reparationsåtgärderna visar att tunna sprickor inte behöver åtgärdas. Något bredare sprickor kan fyllas med bitumen eller gjutasfalt, medan bredare sprickor bör lagas med någon typ av fogmassa. Vilken åtgärd som väljs beror på hur breda sprickorna är.

---

## Summary

---

### **Construction and repair methods for Semi-rigid Pavement**

by Ellen Dolk (VTI)

Pavement structures with a cement-bound granular material (CBGM) road base and an asphalt wearing course are relatively rigid and suitable for roads with heavy traffic. The road pavement type known as cement bitumen pavement (CB) is common in many European countries and was previously also widely used in Sweden, but has been used very little here in recent years. One reason for this is that many roads have had problems with reflection cracks in the asphalt due to crack formation arising in the cement-bound granular material road base (CBGM). This crack formation consists mainly of thermal cracks that continue up through the asphalt layers. Crack formation in the cement-bound layers arises at different distances, with wider cracks at a distance of 15–20 metres, and it is these that continue up through the overlying asphalt layers.

This report examines seven well known road objects that have been paved with CB and that have been trafficked for between 2 and 30 years. Because the roads have different traffic loads, the thickness of the CBGM layer has varied from 160 mm to 240 mm. Depending on when the roads were built, they have been subject to different building requirements for CB. The strength requirement for CBGM has varied from 8.5 MPa to 17 MPa. The thickness of the asphalt binder course between CBGM and the asphalt wearing course has varied from 50 mm to 115 mm and the type of binder course has varied from bitumen stabilized gravel (BSG) to various types of softer or harder asphalt types, and overlying this there has always been a 40 mm asphalt wearing course.

The varying requirements and the low construction volume reflect the widespread uncertainty about what should be regarded as the best approach for minimizing the occurrence of reflection cracks. The most common method has been to limit the strength of the CBGM. A high strength results in long distances between the cracks and therefore wider cracks that easily migrate up through the asphalt layers. With a low strength, the distance between the cracks is smaller and the cracks are thinner. This is beneficial for reflection cracking performance, but an excessively low strength can lead to durability problems in the CBGM layer. A suitable strength for CBGM is 8–10 MPa.

Of the seven road objects, the design methods for the CBGM layer have also varied. In three road objects, the traditional method of laying CBGM with an asphalt paver has been used. In two of the road objects, CBGM has been made in a cement factory but has been laid out using a gravel layer of the MassMaster type and then compacted with a roller. In one road object the plant-mixed CBGM mass has been dumped on the road, levelled with a grader and then compacted with a roller. In another road object, a "new-old" method of producing CBGM on the road was tested by making it in-situ. In this design, the cement was spread on the base course gravel and a milling machine was then used to mix the cement into the gravel material, after which the layer was compacted with a roller.

Experience from this study shows that the design of the CB construction and the method of execution are critical in determining how damage arises. The best results with regard to cracking have been achieved with more flexible asphalt surfacings in both the binder course and the wearing course that contain rubber granules or modified bitumen. These have the capacity to take up movements in the CBGM layer and minimize upward spreading of the cracks. One example of a method that has been tested and shown favorable results is attempts to control crack formation in the CBGM layer. By using controlled crack inducers that are filled with bitumen in the newly laid CBGM layer, it has been possible to achieve a cracking pattern with transverse cracks. This, in combination with more flexible asphalt masses in both the binder course and the wearing course, has been shown to produce fewer and thinner reflection cracks and therefore less damage overall. Consequently, the cracks will not be the

reason that the road must be repaired and other damage in the form of ruts resulting from studded tire wear will instead be decisive for the road's maintenance needs.

In cases where reflection cracks have arisen, these have as a rule been sealed with bitumen or mastic asphalt. In a few cases where the cracks have been wide, sealant has been tested with favorable results. Thin cracks have not been repaired.

For a few roads with wide cracks, different methods of repair have been tested. On Östra Ringvägen in Kristinehamn, reinforcement with glass fiber or steel grids was tested on the cracked surface before a new wearing course was laid. This has been shown to be ineffective over time. The use of reinforcing mesh or geotextile between the asphalt layers does not appear to delay or prevent crack formation. On Yttre Ringvägen in Malmö, which had wide reflection cracks, different methods were tested, including reinforcing mesh, but the only method that appears to work at present is filling of the cracks with sealant. For the CB section of Road E6 at Fastarp, the cracks were repaired with different asphalt masses before a new wearing course was laid.

The results of the performed remediation measures show that thin cracks do not need to be repaired. Somewhat wider cracks can be filled with bitumen or mastic asphalt, while wider cracks should be repaired with some type of sealant. The measure that is chosen depends on the width of the cracks.

---

## 1. Bakgrund

---

Vägöverbyggnad med cementbundet bärlager och asfalt som slitlager är relativt styva och lämpar sig bra för vägar med tung trafik. Överbyggnadstypen som benämns Cementbitumenöverbyggnad (CBÖ) är vanlig i många europeiska länder och tidigare även i Sverige, men har under senare år används ganska lite här. En anledning har varit att man på många vägar har fått problem med reflektionssprickor i asfalten på grund av den sprickbildning som uppkommer i det cementbundna bärlagret. Sprickbildningen är i huvudsak temperatursprickor som fortsätter upp genom asfaltlagren. Tillverkningsmetoden av det cementbundna gruset (CG) har varit som verkblandad vid betongfabrik eller som platsinblandning direkt på vägen, men resultatet med reflektionssprickor har varit liknande.

Sprickbildning i det cementbundna lagret uppkommer med olika avstånd, med bredare sprickor på ett avstånd av 15–20 m och det är dessa som fortsätter upp genom överliggande asfaltlager. Många olika metoder har provats under åren för att försöka förhindra att dessa sprickor uppstår.

Det vanligaste har varit att begränsa hållfastheten för CG. Vid en hög hållfasthet får man långa avstånd mellan sprickorna och därmed breda sprickor som lätt tränger upp genom asfaltlagren. Vid en låg hållfasthet blir avståndet mellan sprickorna mindre och sprickorna blir tunnare. Detta är gynnsamt för uppkomsten av reflektionssprickor, men en alltför låg hållfasthet kan medföra beständighetsproblem i CG-lagret.

I denna rapport har sju väl kända vägobjekt studerats där CBÖ används som vägöverbyggnad och som trafikerats mellan 2 och 30 år. Dessa har granskats med avseende på vilken utförandemetod som använts och vilken omfattning reflektionssprickor uppkommit och vilka metoder som använts för att åtgärda dessa.

Syftet med rapporten är att se vilken av utförandemetoderna som minimerar uppkomsten av större reflektionssprickor. Rapporten ska också ge en uppfattning om vilken underhållsmetod som är lämpad för att åtgärda uppkomna reflektionssprickor i asfaltbeläggningen.

---

## 2. Beskrivning av olika vägobjekt

---

### 2.1. Lambohovsleden del 2, 1985

#### 2.1.1. Vägens uppbyggnad och recept

Lambohovsleden del 2 utgör en del av Yttre Ringvägen i Linköping. Vägavsnittet som har en längd av ca 700 m byggdes 1985 med cementbundet grus CG som bärlager. På vägen provades två olika överbyggnadstjocklekar, den ena 800 mm (enligt BYA-84, Vägverkets Byggnadstekniska Anvisningar) och den andra 600 mm tjock samt olika tjocklekar på AG-lagret. Som referens användes en grus-bitumenöverbyggnad (GBÖ).

Tabell 1. Uppbyggnad asfaltreferens och CBÖ (Överbyggnadstjocklek BYA).

Sträcka 0 (Referens GBÖ)	Sträcka 1	Sträcka 2
35 mm Slitlager HAB	35 mm Slitlager HAB	35 mm Slitlager HAB
95 mm AG	65 mm AG	35 mm AG
120 mm Bärlager	150 mm CG	150 mm CG
550 mm Förstärkningslager	550 mm Förstärkningslager	580 mm Förstärkningslager
Total: 800 mm	Totalt: 800 mm	Totalt: 800 mm

Tabell 2. Uppbyggnad CBÖ (Överbyggnadstjocklek 600 mm).

Sträcka 3	Sträcka 4
35 mm Slitlager HAB	35 mm Slitlager HAB
35 mm AG	150 mm CG
150 mm CG	415 mm Förstärkningslager
380 mm Förstärkningslager	Totalt: 600 mm
Totalt: 600 mm	

#### 2.1.2. Utförande

Ytan på förstärkningslagret hade dålig bärighet och på vissa ställen kraftig spårbildning av byggtrafiken. För att få en tillräcklig bärighet för lastbilarna med CG-materialet påfördes 5 cm tjockt bärlager på förstärkningslagret. CG-materialet blandades vid Stråbrukens betongfabrik i Linköping. Från betongfabriken transporterades materialet med flaklastbil till vägbygget.

Arbetsmomenten vid utförandet av CG-lagret var följande:

1. CG-lagret lades ut med asfaltutläggare
2. Det utlagda lagret packades med vibrerande vält Dynapac CC 21. Totalt gjordes sex överfarer varav två med statisk vältning. Trots det dåliga underlaget erhöles en packningsgrad över 97 procent.

Hållfastheten som bestämdes på upptagna borrkärnor visade en tryckhållfasthet på 8,5 MPa. Cementmängden var 110 kg/m<sup>3</sup>.

#### 2.1.3. Uppföljning av funktion och skador

Vägen har inspekterats vid ett antal tillfällen sedan byggnationen. Vid inspektionerna har i första hand sprickor noterats. Under de första åren klarade sig samtliga sträckor bra vad gäller sprickor genom asfaltlagren. På sträcka 0 och 1 observerades inga sprickor under de första sex åren. Efter ett år kom de första sprickorna på sträcka 2 och 3 men sedan följde några år utan några nya sprickor. På sträcka 4 kunde inga sprickor observeras under de första fyra åren. Efter fyra år kunde de första små sprickorna

observeras. Därefter kom ytterligare sprickor på sträcka 4. Efter åtta år hade sträcka 4 mest sprickor och därefter sträcka 3 och 2. Sträcka 0 och 1 hade fortfarande efter åtta år inga sprickor.

#### 2.1.4. Skadeåtgärder

Efter åtta år (1993) lades ett nytt asfaltslitlager 40 mm ABS 12 över provsträckorna för att åtgärda ojämnheter i vägbeläggningen. Innan det nya slitlagret lades justerades ytan med ABS 8. Vid inspektion 1995 kunde några tunna tvärgående sprickor observeras i det nya slitlagret. Sprickorna har efter hand utvecklats. Tunna sprickor har inte åtgärdats. Breda sprickor har tätats med gjutasfalt.

2006 åtgärdades vägen på grund av spår i beläggningen. Beläggningssytan planfrästes och ett nytt slitlager lades på 35 mm ABS 11.

2015 åtgärdades vägen på grund av djupa slitagespår i beläggningen. Beläggningssytan planfrästes och ett nytt slitlager lades på 40 mm ABS 11.

#### 2.1.5. Vägens funktion 2016

Efter den senaste åtgärden är vägen jämn och utan sprickor.

#### 2.1.6. Resultat och slutsatser

Resultatet från provsträckorna visar att antalet reflektionssprickor minskade när ett AG-lager lades in mellan asfaltslitlagret och CG-lagret. Det visade sig också att AG-lagrets tjocklek hade betydelse. På sträckan med 65 mm AG fanns inga reflektionssprickor efter åtta år. På sträckan med 35 mm AG fanns ett antal reflektionssprickor och på sträckan utan AG-lager fanns mest reflektionssprickor. Tunna sprickor har inte åtgärdats. Breda sprickor har tätats med gjutasfalt. På grund av spår i beläggningen har nytt asfaltslitlager lagts vid tre tillfällen under 30 år.

## 2.2. Östra Ringvägen i Kristinehamn, 1986

### 2.2.1. Vägens uppbyggnad och recept

Östra Ringvägen som byggdes 1986 utgör den sista delen av ringvägen runt Kristinehamn. Vägen är byggd med cementbitumenöverbyggnad CBÖ med 160 mm CG-lager och 115 mm tjockt AG-lager enligt BYA 84. I samband med vägens byggande utfördes provsträckor med tunnare asfaltlager för att studera om denna förändring påverkade uppkomsten av reflektionssprickor. På den ena provsträckan användes tunnare AG-lager 50 mm och på den andra ersattes AG-lagret med ett bindlager 35 mm HAB.

Tabell 3. Uppbyggnad CBÖ med 50 mm AG-lager.

Provsträcka 1	Provsträcka 2
35 mm ABS 16 med gummigranulat	35 mm HAB 16T
50 mm AG	50 mm AG
160 mm CG	160 mm CG
555 mm Förstärkningslager	555 mm Förstärkningslager
Totalt: 800 mm	Totalt: 800 mm

Tabell 4. Uppbyggnad CBÖ enligt BYA-84 och CBÖ med 35 mm bindlager.

Referens enligt BYA-84	Provsträcka 3
35 mm HAB 16T	35 mm HAB 16T
115 mm AG	35 mm MAB 12T
160 mm CG	160 mm CG
490 mm Förstärkningslager	570 mm Förstärkningslager
Totalt: 800 mm	Totalt: 800 mm

Vid proportioneringen av CG-receptet eftersträvades en tryckhållfasthet på 10 MPa. I det recept som användes vid tillverkningen av CG var cementmängden 100 kg/m<sup>3</sup>.

### 2.2.2. Utförande

CG-materialet tillverkades vid Gelleråsens betongfabrik vid Kristinehamn. Från betongfabriken transporterades materialet med flaklastbil till vägbygget.

Arbetsmomenten vid utförandet av CG-lagret var följande:

1. På vägbygget tippades materialet från lastbilen och därefter justerades lagret till rätt nivå med en byggnadshyvel.
2. Efter utläggningen vältades CG-lagret med sex överfarter av vibrerande vält typ CA15.
3. Därefter förseglades ytan med asfaltlösning för att förhindra fuktavgång.



Figur 1. Vänster bild: Utläggning av CG med byggnadshyvel. (Foto: Bengt-Åke Hultqvist). Höger bild: Exempel på när CG-lagrets nivå justerades med byggnadshyvel. (Foto: Stig Jansson).

CG-lagrets densitet mättes på vägen med hjälp av isotopmätare och packningsgraden beräknades. Resultatet visade att packningsgraden var större än 97 procent vilket visade att packningsarbetet varit tillräckligt.

### 2.2.3. Uppföljning av funktion och skador

Vägens tillstånd har följts upp ett antal gånger med inspektioner. Vid inspektionerna har i första hand sprickor registrerats. Den första inspektionen gjordes av CG-lagret en vecka efter utläggningen varvid inga tvärgående krympsprickor kunde observeras. Vid den andra inspektionen som gjordes 3 månader efter utläggningen hade bindlagren av asfalt lagts över CG-lagret. På de sträckor där bindlagret bestod av 50 mm AG och 115 mm AG fanns tvärgående reflektionssprickor medan sträckan som hade bindlager av 35 mm HAB var utan sprickor. En orsak kan vara att HAB-lagret har högre bindemedelshalt än AG-lagret och därmed större töjningsförmåga. Vid inspektion ett år efter det att vägen hade fått asfaltslitlager visade det sig att sträcka 1 med 50 mm AG som bindlager och slitlager 35 mm ABS 16 med gummigranulat samt referenssträckan med 115 mm AG och slitlager av 35 mm HAB 16T hade klarat första året utan tvärgående reflektionssprickor. På övriga sträckor fanns en och annan spricka men i liten omfattning. Efter fem år var förhållandet annorlunda. Minst antal sprickor hade referenssträckan med 115 mm AG och 35 mm HAB 16T samt sträcka 3 med bindlager 35 mm MAB 12T och slitlager 35 mm HAB 16T. Sträcka 1 med 50 mm AG och slitlager av ABS 16 med gummigranulat samt sträcka 2 med 50 mm AG och slitlager av HAB 16T hade fler sprickor än de övriga sträckorna.

En viktig slutsats var att om 115 mm AG ersätts med ett 35 mm tjockt bindlager av MAB 12T fås ett tunnare asfaltlager som ej ökar antalet sprickor i någon större omfattning.



#### 2.2.4. Skadeåtgärder

Efter 13 års användning fanns en hel del sprickor i asfaltslitlagret. De flesta var av typen reflektions-sprickor som hade bildats från sprickor i CG-lagret. Vägen behövde åtgärdas med ett nytt asfalt-slitlager. Extra åtgärder behövde göras på grund av sprickorna. Man beslutade att förstärka det nya asfaltlagret med armeringsnät som lades under det nya asfaltslitlagret.

Två provsträckor med asfaltarmering och en kontrollsträcka utfördes 30 augusti 1999. Några dagar tidigare hade 40 mm av gamla asfaltbeläggningen frästs bort. Armeringsnäten lades på den frästa beläggningen. Asfaltslitlagret 40 mm ABS 11 lades ut med asfaltutläggare och packades med statisk 3-vals vält och vibrerande 2-vals vält.

Glasfibernet lades ut på fräst och klistrad yta. I ändarna spikades nätet fast i underliggande asfalt-lager. Utlagt nät pudrades med asfaltmassa ABT 8. Vid pudringen användes en sandspridare som monterats på en hjullastare. Pudringen användes för att skydda glasfibernet mot trafik från arbetsfordon. På glasfibernet lades slitlager 40 mm ABS 11. Vid utförandet fick 3-valsvälten slut på vattnet och började plocka sten från ytan. Vid utläggningsdragets kant mot vägmitt släppte stora bitar av beläggningen som fastnade på vältens vals. Vidhäftningen mellan asfaltmassan och nätet var otillräckligt. Vid vägmitt där nätet låg dubbelt saknades helt klister mellan näthälvorna.



Figur 2. Vänster bild: Utläggning av glasfibernet. Höger bild: Utläggning av stål nät. (Foto: Bengt-Åke Hultqvist).

Stål nätet lades på oklistrad men fräst yta utan att spikas. Nätbitarna som hade dimensionen 6,80 x 2,20 m lades över hela vägbredden. I skarvarna lades näten med fingerfog. Ytan klistrades över utlagd nätarmering. På nätet lades slitlager 50 mm ABS 11. Vid utläggningen av asfaltmassan var man noga med att trycka ner nätets kanter mot underlaget. Asfaltutläggningen gick utan problem.

På kontrollsträckan lades slitlager 40 mm ABS 11 utan problem.

2010 hade vägen fått relativt djupa slitagespår och sprickor i ytan. Sprickor fanns på hela vägsträckan också på provsträckorna. Ingen större skillnad kunde ses mellan de armerade sträckorna och kontrollsträckan. Beläggningens ytas jämnhet justerades med maskinavjämning med ABT 11. Därefter lades ett nytt slitlager, 20 mm tunnskikt med största stenstorlek 11 mm.

#### 2.2.5. Vägens funktion 2016

Vid inspektion i november 2016 var de båda provsträckorna med asfaltarmering och kontrollsträckan i bra skick. Alla tre sträckorna hade liten spårbildning. På sträckan med stålätarmering fanns inga sprickor. Sträckan med glasfibernetarmering hade en tvärgående spricka och på kontrollsträckan fanns en mindre tvärgående spricka i hjulspår. Ingen större skillnad fanns mellan sträckorna. På resterande delen av vägen, ca 600 m som inte ingick i försöket, fanns ca 30 tvärgående sprickor och några

längsgående sprickor i hjulspår och i mittskarven. Vägavsnittet där provsträckorna ligger hade alltså klarat sig bättre. Detta kan förklaras av att undergrunden är bättre på detta vägavsnitt.



Figur 3. Provsträckorna november 2016. (Foto: Bengt-Åke Hultqvist).

### 2.2.6. Resultat och slutsatser

Resultatet för provsträckorna visade att om 115 mm AG ersätts med ett 35 mm tjockt bindlager av MAB 12T fås ett tunnare asfaltlager som inte ökar antalet reflektionssprickor. Provsträckorna med bindlager av 50 mm AG hade fler reflektionssprickor även om slitlagret på den ena ytan bestod av ABS 16 med gummigranulat.

Resultatet för de olika reparationsåtgärderna visade att också sträckorna med armeringsnät fick tvärgående reflektionssprickor. Ingen större skillnad kunde ses mellan de armerade sträckorna och kontrollsträckan utan armering.

## 2.3. Lambohovsleden del 3, 1989

### 2.3.1. Vägens uppbyggnad och recept

Lambohovsleden del 3 utgör en del av Yttre Ringvägen i Linköping. Vägavsnittet som har en längd av ca 1200 m byggdes 1989 med cementbundet grus CG som bärlager. Vägen har en total överbyggnadstjocklek på 650 mm som består av 425 mm förstärkningslager, 160 mm CG, 25 mm justeringslager av asfalt och asfaltslitlager 40 mm.

Tabell 5. Uppbyggnad CBÖ.

40 mm Slitlager asfalt HAB16T
25 mm Justeringslager asfalt
160 mm CG
425 mm Förstärkningslager
Totalt: 650 mm

På sträckan utfördes åtta stycken provsträckor som vardera hade en längd av ca 90 m. Syftet var att studera hur olika utformning av asfaltlagret kan förhindra eller minska CG-sprickornas möjlighet att tränga upp genom slitlagret.

Provsträcka 1: Slitlager av ABS 16 med gummigranulat.

Provsträcka 2: Polymermodifierat bitumen PMB20 i slitlagret.

Provsträcka 3: Plastnät ARMAPAL mellan slitlager och justeringslager.

Provsträcka 4: Fiberduk FIBERTEX mellan slitlager och justeringslager.

Provsträcka 5: Referenssträcka med justeringslager MAB 12T och slitlager HAB 16T.

Provsträcka 6: Referenssträcka med justeringslager av AG och slitlager HAB 16T.

Provsträcka 7: Referenssträcka med justeringslager MAB 12T och slitlager HAB 16T.

Provsträcka 8: Polypropylenfiber blandat i CG-lagret, annars samma som sträcka 5.

Arbetsreceptet för CG-blandningen bestämdes utifrån kravet att tryckhållfastheten för borrhärnor ska vara minst 10 MPA (BYA 84). Det valda arbetsreceptet hade en cementmängd på 100 kg/m<sup>3</sup>.

### 2.3.2. Utförande

CG-materialet blandades vid Stråbrukens betongfabrik i Linköping. Från betongfabriken transporterades materialet med flaklastbil till vägbygget.

Arbetsmomenten vid utförandet av CG-lagret var följande:

1. Läggningsen gjordes i ett lager med en asfaltutläggare med högpackande skrid, typ ABG titan 311.
2. Det utlagda CG-lagret slutpackades med vibrerande vält, Dynapac CA 15 och Dynapac CC 21.
3. Den färdigpackade ytan förseglades med bitumenlösning BL20RK för att förhindra fuktavgång.



Figur 4. Utläggning av CG-bärlager. (Foto: Bengt-Åke Hultqvist).

På det färdiga CG-lagret kontrollerades packningsgrad och vattenkvot med hjälp av isotopmätare. Erforderlig packningsgrad 97 procent uppmättes utom i några få punkter där packningsgraden var lägre. Borrhärnor togs upp för hållfasthetsbestämning. Tryckhållfastheten varierade mellan 8 och 12 MPa med ett medelvärde på 10 MPa.

Asfaltlagren lades med en konventionell asfaltutläggare och packningen utfördes med två statiska trevalsvältar. Provtagning visade på normal avvikelse för bindemedelshalt och kornkurva. Asfaltlagren hade låga hålrumsvärden. På samtliga ytor förutom på sträcka 6 avjämnades CG-lagret med MAB 12T, i genomsnitt tjocklek 25 mm. På sträcka 6 avjämnades CG-lagret med AG 25, i genomsnitt tjocklek 40 mm.

I syfte att minska reflektionssprickor lades nät respektive fiberduk på två sträckor (sträcka 3 respektive sträcka 4). Duken och nätet lades in mellan justeringslagret och asfaltslitlagret.

Arbetsmomenten vid utförandet av asfaltlagren var följande:

1. På sträcka 1 lades slitlager 40 mm ABS 16 med gummigranulat 12 som kännetecknas av hög stenhalt, hög bindemedelshalt och tillsats av graderat gummigranulat vilket ska ge elastiska egenskaper som ska motverka reflektionssprickor i slitlagret.
2. På sträcka 2 lades slitlager 40 mm HAB 16 med polymermodifierat bindemedel, PMB 20 som innehåller 6 procent polymer, vilket ska ge massan elastiska egenskaper som ska förhindra eller minska reflektionssprickor i slitlagret.
3. På sträcka 3 lades plastnät av typ ARMAPAL 6030. Innan nätet rullades ut klistrades ytan med bitumenemulsion varefter nätet rullades ut och fastgjordes. Innan slitlagret lades klistrades nätet ännu en gång och pudrades tunt med MAB 8 varefter ytan var klar för läggning av slitlagret.
4. På sträcka 4 lades fiberduk av typ FIBERTEX F-2B. Innan duken rullades ut klistrades ytan på samma sätt som vid monteringen av armeringsnätet. Efter utrullning slätades duken mot underlaget. Innan slitlagret lades klistrades duken ännu en gång och pudrades tunt med MAB 8 varefter ytan var klar för läggning av slitlagret.



Figur 5. Vänster bild: Montering nät. Höger bild: Montering duk. (Foto: Bengt Åke Hultqvist).

På övriga sträckor lades konventionellt slitlager 40 mm HAB 16T.

### 2.3.3. Uppföljning av funktion och skador

Syftet med provsträckorna var att undersöka hur olika utformning på asfaltlagren kan påverka antalet reflektionssprickor i asfaltslitlagret. En viktig del i uppföljningen var därför regelbunden inspektion och dokumentation av sprickförekomst på provytorna.

Vid vägens byggnad gjordes en noggrann mätning av de krympsprickor som bildades i CG-lagret. Denna sprickkartering har sedan legat som grund för utvärderingen av reflektionssprickor i asfaltbeläggningen.

Efter första vintern fanns inga reflektionssprickor på någon av provsträckorna. Efter tre år hade samtliga provsträckor klarat sig bra. Sprickorna var få och det var fortfarande för tidigt att dra någon slutsats beträffande de olika konstruktionernas förmåga att reducera antalet reflektionssprickor.

Efter sju år hade samtliga provsträckor utom provsträcka 3 (armeringsnät) fortfarande klarat sig bra med endast ett fåtal tvärgående sprickor. Sträcka 3 hade ett flertal tvärgående sprickor och på några ställen också ytskador. Skadeutvecklingen på sträcka 3 beror troligen på svårigheter med utläggningen av nätet vid utförandet av asfaltbeläggningen. Minst antal sprickor hade sträcka 1 och 2 (ABS med gummigranulat respektive polymermodifierat bindemedel i asfaltslitlagret). Någon positiv effekt kunde inte utläsas för provsträcka 4 (fiberduk) och provsträcka 8 (polypropylenfiber i CG-lagret) utan resultatet för dessa två sträckor var liknande som för referenssträckorna.

#### 2.3.4. Skadeåtgärder

Efter 10 år (1999) åtgärdades stora delar av vägvsnittet med Repaver och 35 mm ABS 11. År 2000 åtgärdades provsträckorna med nät och duk. Nätet och duken togs bort och ett bindlager ABb 16 lades. Därpå lades ett slitlager 35 mm ABS 11. Löpande underhåll har utförts med att täta sprickor med gjutasfalt.

2006 åtgärdades vägen på grund av spår i beläggningen. Beläggningssytan planfrästes och ett nytt slitlager lades på 35 mm ABS 11.

2015 åtgärdades vägen på grund av djupa slitagespår i beläggningen. Beläggningssytan planfrästes och ett nytt slitlager lades på 40 mm ABS 11.

#### 2.3.5. Vägens funktion 2016

Efter den senaste åtgärden är vägen jämn och utan sprickor.

#### 2.3.6. Resultat och slutsatser

Resultatet för provsträckorna visade att minst antal reflektionssprickor hade sträckorna med slitlager av ABS med gummigranulat och polymermodifierat bindemedel i asfaltslitlagret. Mest skador och reflektionssprickor hade provsträckan där armeringsnät hade lagts mellan asfaltslitlager och justeringslager av asfalt. Resultatet för provsträckan med fiberduk och sträckan med polypropylenfiber i CG-lagret var liknande som för referenssträckorna. Att använda armeringsnät eller fiberduk verkar inte fördröja sprickbildningen. Bättre resultat uppnås med mer flexibla asfaltbeläggningar med gummigranulat eller modifierat bindemedel. De sprickor som har uppkommit har tätats med gjutasfalt. Beläggningen har åtgärdats med nytt slitlager vid tre olika tillfällen under 25 år. Orsaken har varit spår på grund av dubbslitage i beläggningen.

### 2.4. Väg 55 vid Örsundsbro, 1996

#### 2.4.1. Vägens uppbyggnad och recept

Det vanligaste sättet att tillverka CG i Sverige är på betongfabrik. I Finland användes under 1990-talet, en "nygammal" metod att tillverka CG genom att göra den platstillverkad.

Metoden var ny, så till vida att modern utrustning med stor precision och hög kapacitet utförde arbetet samt att metoden nu användes vid nybyggnad av vägar.

Platsblandningsmetoden provades på vägobjektet, Väg 55 mellan Litslena och Örsundsbro under 1996 på en CBÖ-sträcka av ca 3 km.

Tabell 6. Uppbyggnad CBÖ.

40 mm ABS16 slitlager
50 mm ABb16 bindlager
240 mm CG
80 mm bärlager 0–32
1000 mm lätt bergbank
Totalt: 1410 mm

Överbyggnaden var dimensionerad enligt Vägverkets VÄG 94.

Receptet på CG:n var att kravet på den hållfasthet som skulle uppfyllas var 8,5 MPa efter sju dygn enligt VÄG 94. Cementmängden var 100 kg/m<sup>3</sup>.

#### 2.4.2. Utförande

På den färdigpackade lätta bergbanken påfördes 320 mm bärlager. Det innebar att bärlagertjockleken var de 80 mm som skulle utgöra den obundna delen av bärlagret samt det bärlager som skulle inblandas med cement, 240 mm.

Arbetsmomenten vid utförandet av den platsblandade CG:n var följande:

1. Spridning av cement på bärlagerytan
2. Infräsning av cement i bärlagergruset. Vid infräsningen tillsattes vatten för att erhållande av lämplig vattenkvot.
3. En första packning med en vibrovält gjordes direkt efter infräsningen av cementet.
4. Justering av ytskiktet gjordes med vägghyvel för att rätt nivå i längdled och tvärled skulle erhållas.
5. Slutlig packning av CG-lagret gjordes med vibrerande vält. Packningen kontrollerades att optimal packningsgrad (97 procent) erhöles.
6. Inga sprickanvisningar gjordes i CG-lagret.
7. Ett asfaltbindlager av typen ABb lades ut sex dygn efter CG-utförandet.
8. Asfaltslitlagret en ABS påfördes året efter.



Figur 6. Vänster bild: Spridning av cement. Höger bild: Infräsning av cement i bärlager. (Foto: Stig Jansson).

### 2.4.3. Uppföljning av funktion och skador

Kraven på det cementbundna lagret kontrollerades under utförandet och efter färdigställande med avseende på lagertjocklek, tryckhållfasthet, jämnhet och tvärfall. Proven visade att kraven på lagertjocklek, jämnhet och tvärfall uppfylldes, däremot gick det inte att ta upp borrkärnor för att testa tryckhållfastheten sju dygn efter utförandet. Dessa gick sönder vid borrningen. Det beslutades då att provbitar skulle sågas ur de bundna lagren. Dessa sändes till laboratorium där de lagrades i +20°C i 25 dygn varefter provkroppar kunde borraras ur CG-lagret och provtryckas. Provningsen skedde efter 32 dygn. Resultatet från provtryckning visade då att proverna klarade hållfastheten enligt VÄG 94, men att en provtryckning efter 7 dygn som var kravet inte skulle ha uppfyllts. Den troliga orsaken till att det inte gick att ta ut borrkärnor ur CG:n, var att temperaturen under härdningsförloppet var låg (under +10 °C) vilket medförde att härdningen gick betydligt långsammare än under normala förhållanden, +20°C. Arbetet utfördes under senhösten 1996.

Vägen öppnades för trafik 1997. Reflektionssprickor började uppkomma efter några år med ett avstånd mellan sprickorna på 15–20 m. Sprickorna var till en början smala och knappt synliga, men utvidgades sedermera så pass att de blev synliga. Inga andra skador på asfaltbeläggningen har uppmärksammats mer än reflektionssprickorna. Dessa har dock inte påverkat vägytans jämnhet.

### 2.4.4. Skadeåtgärder

Reflektionssprickorna har fyllts med bitumen som skydd mot vatteninträngning och ev. stensläpp från asfalten. Beläggningen har lagts om två gånger, det första på grund av spårbildning i asfaltslitlagret och den andra gången vid ombyggnad till 2+1-väg. Reflektionssprickorna har återkommit efter omläggning av asfalten och tätats efter några år åter med bitumen.

### 2.4.5. Vägens funktion 2016

Vägen fungerar idag är mycket bra efter ombyggnaden till 2+1-väg. De tätade reflektionssprickorna syns om man känner till att det finns CG under, men känns inte av trafikanterna.



Figur 7. Vägen 2015-06-12. (Foto: Trafikverket).

#### 2.4.6. Resultat och slutsatser

Vägen har efter trafikpåsläpp 1997 visat sig fungera mycket bra. De skador som uppstått på provsträckan härrör från problem med dränering av väggroppen på ett mindre parti och har inget med CG-konstruktionen att göra.

En tätning av reflektionssprickorna tycks fungera bra och räcker tills beläggningen måste läggas om på grund av spårbildning.

Fördelen med CG som bundet bärlager visade sig när vägen byggdes om från 13 m-väg till 2+1-väg, då CG-lagret fanns under hela vägens bredd inklusive vägrenar. Det medförde att vägen hade full bärighet även på vägrenarna.

### 2.5. E6 Fastarp-Heberg, 1996

#### 2.5.1. Vägens uppbyggnad och recept

Då delen Fastarp-Heberg på väg E6 skulle byggas 1996 bestämdes att olika vägöverbyggnader skulle användas och jämföras med varandra. På ett vägavsnitt på ca 1,7 km användes cementbitumenöverbyggnad CBÖ.

Tabell 7. Uppbyggnad CBÖ.

40 mm ABS 16
50 mm ABT 16 bindlager
240 mm CG
50 mm bärlager
620 mm Förstärkningslager
Totalt: 1000 mm

Tre olika utförande på CG-lagret provades i CBÖ-konstruktionen. Förutom normalfallet med ca en veckas härdningstid före utläggning av ovanpåliggande bindlager provades utläggning av bindlagret redan efter ett dygn respektive utförande av tvärgående sprickanvisningar med ett inbördes avstånd av 1 m i det färskta CG-lagret. Syftet med varianterna var att förhindra eller minska förekomsten av reflektionssprickor i ovanpåliggande asfaltlager.

CG-materialet tillverkades vid två stationära betongfabriker. Cementmängden var 115 kg/m<sup>3</sup>. Tryckhållfastheten efter sju dygn var 15–20 MPa.



## 2.5.2. Utförande

På det färdigpackade förstärkningslagret lades bärlagret ut och packades innan arbetet med utförandet av CG startade.

Arbetsmomenten vid utförandet av CG var följande:

1. Det cementbundna bärlagret lades ut med makadamutläggare typ MassMaster som var monterad på en hjullastare.
2. Utläggningen gjordes i tre längsgående drag där det mellersta draget lades ut sist.
3. Lagret lades ut med en ovältad tjocklek av ca 330 mm och packades med åtta överfarer med statisk slätvalsvält.
4. Därefter justerades ytan till rätt nivå med en byggnadshyvel som hade laserstyrning av hyvelbladet.
5. Vid utläggningen av CG-lagret kontrollerade entreprenören densitet och fukthalt med isotopmätare.
6. Lagret slutvältades med fyra till fem överfarer med vibrerande vält till 97 procent packningsgrad.
7. Slutligen förseglades ytan med bitumenemulsion BE65.



Figur 8. Exempel på utläggning av CG med bärlagerläggare MassMaster. (Foto: Stig Jansson).

På en delsträcka utfördes sprickanvisningar i det nylagda CG-lagret före förseglingen. Med hjälp av ett skär som var monterat på en vibroplatta gjordes tvärgående sprickanvisningar varje meter längs vägen. Sprickanvisningarna gjordes till ett djup av en tredjedel av lagertjockleken. Sprickanvisningarna förväntas att minska antalet reflektionssprickor i asfaltlagren.

På en annan delsträcka lades bindlagret dagen efter läggningen av CG-lagret. Enligt finska erfarenheter bildas mikrosprickor i CG-lagret när asfaltbindlagret läggs en dag efter utförandet av CG-lagret. Mikrosprickorna uppkommer när CG-lagret utsätts för värme från asfaltmassan samt vid belastning av byggtrafik och vibrerande vältar vid tidig ålder. Mikrosprickorna i CG-lagret förväntas minska antalet reflektionssprickor i asfaltlagren. Innan asfaltbindlagret lades inspekterades CG-lagret och inga krympsprickor kunde noteras på någon av CG-ytorna.

### 2.5.3. Uppföljning av funktion och skador

Från det färdiga CG-lagret togs borrkärnor ut för bestämning av hållfasthet. Borrkärnorna provtrycktes vid ekvivalent ålder sju dygn. Tryckhållfastheten var mellan 15–20 MPa vilket är betydligt högre än riktvärdet 8,5 MPa i VÄG 94. Tanken med ett riktvärde på 8,5 MPa är att CG-lagret ska ha en optimal hållfasthet. Vid lägre hållfasthet blir konstruktionen underdimensionerad. Vid högre hållfasthet ökar risken för reflektionssprickor i överliggande asfaltlager.

Vägen har inspekterats med avseende på sprickor och övriga skador. Ett år efter utförandet kunde inga sprickor noteras. Under andra året började de första tvärsprickorna att komma på alla tre ytorna. Vid inspektion fyra år efter utförandet hade alla tre ytorna ca 10 tvärgående sprickor per 200 m. Vid inspektion sju år efter utförandet hade sträckan med sprickanvisningar i CG-lagret 15 tvärgående sprickor per 200 m medan övriga sträckor fortfarande hade 10 tvärgående sprickor per 200 m. Det verkar som om de sprickanvisningar som gjordes i CG-lagret inte har haft någon positiv effekt på antalet reflektionssprickor i vägytan. Detta beror troligen på att sprickanvisningarna inte fylldes med bitumen. Bitumen bildar en varaktig sprickanvisning även efter att CG-lagret har blivit packat med vält.

### 2.5.4. Skadeåtgärder

De sprickor som har uppkommit i asfaltbeläggningen har efterhand förseglats med bitumen. Efter 15 år (år 2011) reparerades reflektionssprickorna på CBÖ-sträckan. Över de tvärgående sprickorna gjordes en urfräsning ca 1,0 m bred och 40 mm djup.



Figur 9. Fräslåda över de tvärgående sprickorna. (Foto: Bengt-Åke Hultqvist).

Fräslådan återfylldes sedan med asfaltmassa. Tre olika typer av asfaltmassa användes. På en delsträcka lades JABT 11, på en annan delsträcka lades ABb 11 och på den tredje delsträckan lades ABb 11 med polymermodifierat bindemedel. Över alla tre sträckorna lades sedan en tunnskiktsbeläggning.

### 2.5.5. Vägens funktion 2016

Vägen fungerar idag mycket bra efter det att den blivit omlagd. De tätade reflektionssprickorna syns om man känner till att det finns CG under, men känns inte av trafiken.



Figur 10. Vägen 2015-05-15. (Foto: Trafikverket).

### 2.5.6. Resultat och slutsatser

Vid utförandet av det cementbundna bärlagret erhöles en mycket högre hållfasthet än vad som var önskvärt. Detta hade en negativ inverkan på uppkomsten av krympsprickor och temperatursprickor i det cementbundna bärlagret. I det här fallet har inte sprickanvisningarna i CG-lagret haft någon positiv effekt på antalet reflektionssprickor i asfaltslitlagret. En trolig orsak är att inte bitumen spreds i sprickanvisningarna innan lagret slutpackades. Utan bitumen blir sprickanvisningarna inte aktiva. Se arbetsmomenten vid utförandet av CG-lagret på bussgatan i Hertig Johans Allé (kapitel 2.7.2).

## 2.6. Yttre Ringvägen i Malmö, 2000

### 2.6.1. Vägens uppbyggnad och recept

Yttre Ringvägen i Malmö byggdes i slutet av 1990-talet och öppnades för trafik år 2000 i samband med invigningen av Öresundsbron. Sträckan med CBÖ är mellan Kronetorp och Petersborg en sträcka på ca 16 km.

Tabell 8. Uppbyggnad CBÖ.

40 mm ABS16, slitlager
50 mm ABb22/B60-85, bindlager
240 mm CG
80 mm bärlager
220 mm förstärkningslager
295 mm skyddslager
Totalt: 925 mm

Receptet på CG:n var att kravet på den hållfasthet som skulle uppfyllas var 8,5 MPa efter sju dygn enligt VÄG 94. Cementmängden var från början 87 kg/m<sup>3</sup>, men minskades efter hand till att slutligen bli 80 kg/m<sup>3</sup>, då hållfastheten från början blev för hög. Minskningen av cementmängden bidrog inte till någon sänkning av hållfastheten som fortfarande var för hög ca 11 MPa. En ytterligare minskning av cementmängden gjordes inte, då det ansågs kunna ge för ojämn hållfasthet på CG:n.

### 2.6.2. Utförande

Efter utförandet av förstärkningslager och det obundna bärlagret utfördes det cementbundna lagret. Utförandet av CG:n var med en metod som också var inhämtad från Finland, genom att tillverka den i ett blandarverk men lägga ut det med en bärlagerläggare.

Arbetsmomenten vid utförandet av CG:n var följande:

1. CG-materialet tillverkades vid ett mobilt blandningsverk och transporterades till vägobjektet.
2. CG-materialet lades ut med en bärlagerläggare typ MassMaster.
3. En första packning med en vibrovält gjordes direkt efter utläggningen.
4. Justering av ytskiktet gjordes med väghyvel för att rätt nivå i längdled och tvärled skulle erhållas.
5. Slutlig packning av CG-lagret gjordes med vibrerande vält. Packningen kontrollerades att optimal packningsgrad (97 procent) erhöles.
6. Inga sprickanvisningar gjordes i CG-lagret på större delen av sträckan, däremot gjordes ett prov med sprickanvisningar på en sträcka av 200 m (se arbetsmetod nedan).
7. CG-ytan förseglades med bitumenemulsion.
8. Ett asfaltbindlager av typen ABT lades ut.
9. Asfaltslitlagret en ABS påfördes slutligen.

Arbetsmomenten vid utförandet av CG:n med sprickanvisningar var följande:

- 1-5. Samma som ovan.
6. Sprickanvisningar i tvärled med ett avstånd på 3 m mellan anvisningar i CG-lagret på en sträcka av 200 m. Två olika metoder att utföra sprickanvisningarna provades. Med asfalt-skärare på traktorgrävare och vibroplatta med "hajfena" under. Spåret var 100 mm djupt och 10 mm brett.
7. Bitumenemulsion spreds i sprickanvisningen.
8. Lagret slutpackades med vibrovält.
9. Ytan avjämnades med slätvält.
10. Ytan förseglades med bitumenemulsion
11. Asfaltbindlager och asfaltslitlager påfördes.



Figur 11. Vänster bild: Sprickanvisning med vibroplatta (hajfena under). Höger bild: Sprickanvisning med traktorgrävare. (Foto: Bengt-Åke Hultqvist).

### 2.6.3. Uppföljning av funktion och skador

Vägen var av stort intresse för att följa de eventuella framtida reflektionssprickor som skulle uppkomma, då det var ett av de största CBO-projekt som genomförts. Vid inspektion i april 2001, efter första vintern, kunde inga sprickor observeras.

Våren 2002, efter andra vintern, började de första tvärgående sprickorna bli synliga. Våren 2003 gjorde VTI en inspektion av sprickorna. Det konstaterades att sprickförekomsten var ojämnt fördelad över vägen. Både bra och dåliga avsnitt kunde noteras. De flesta sprickorna var begränsade till höger körfält. I några fall hade sprickorna gått vidare till vänster körfält. Åren därefter konstaterades att sprickor fanns på hela vägsträckan. Sprickorna var av varierande bredd med ett inbördes avstånd på 10–20 m och vissa, de med längre avstånd mellan, var så pass breda att de orsakade även ojämnheter på vägytan.



Figur 12. Tvärgående spricka vid inspektion hösten 2008. (Foto: Bengt-Åke Hultqvist).

På provsträckan med sprickanvisningar syntes de första sprickorna först efter fem år som därefter ökade i antal, men inte i samma omfattning och bredd som på övriga delar av vägen och inga ojämnheter har uppstått.



Figur 13. Tvärgående spricka på provsträckan vid inspektion hösten 2008. (Foto: Bengt-Åke Hultqvist).

#### 2.6.4. Skadeåtgärder

Reflektionssprickorna fylldes med bitumen som skydd mot vatteninträngning och eventuellt stensläpp från asfalten. Det blev allt större sprickor med stensläpp och vägen började även bli ojämn, varför lagningsproceduren med spricklagning och jämnhetsåtgärder blev allt oftare. År 2004 utfördes mindre provtytor med olika reparationsmetoder bland annat provades olika typer av asfaltmassor och sprickarmering med nät. Resultatet visade sig inte fungera utan sprickorna kom ganska snart tillbaka. År 2009 blev vägen omlagd med ett nytt lager asfalt och i detta fall provades en gummi-asfalt. Två år efter överläggningen med gummi-asfalt var reflektionssprickorna tillbaka.

År 2012–2013 gjordes försök med spricklagning med olika lagningsmassor bl.a. en typ av gummi-fogmassa som tills vidare visar sig fungera tillfredställande.

#### 2.6.5. Vägens funktion 2016

Vägen fungerar idag bra. Tätning av reflektionssprickorna syns, men känns inte av trafiken.



Figur 14. Vägen 2015-05-14. (Foto: Trafikverket).

#### 2.6.6. Resultat och slutsatser

Uppkomsten av reflektionssprickor har varit mycket kraftig och har även orsakat att vägen har upplevts ojämn att köra på. De största skadorna har varit vid broanslutning som troligen har orsakats av felaktigt utförda länkplattor och inte av att det varit CG som bundet bärlager.

Den relativt höga hållfasthet (10–14 MPa) som erhöles på CG:n i kombination med ett för ”hårt” bitumen i bindlagret kan vara orsaken till den stora uppkomsten av reflektionssprickor. Provsträckan med sprickanvisningar i CG:n, har klarat sig bättre än övriga delar som utfördes utan sprickanvisning. Lagning av sprickor med fogmassa verkar vara det som har fungerat bäst.

## 2.7. Hertig Johans Allé i Linköping, 2013

### 2.7.1. Vägens uppbyggnad och recept

Hertig Johans Allé är en ny bussgata som 2013 har byggts i Linköping och förbinder stadsdelarna Lambohov och Djurgården med de centrala delarna i Linköping. Överbyggnaden som har en tjocklek på 800 mm ligger på en terrass av torrskorpelera. Vägen har inga diken utan vattnet dräneras bort i dräneringsledning som ligger på båda sidorna av vägen.

På vägar med bärlager av cementbundet grus (CG) uppkommer i regel sprickor i det cementbundna bärlagret (krympsprickor, temperatursprickor). För att förhindra att dessa sprickor fortsätter upp genom överliggande asfaltlager har flera olika metoder provats under åren.

En metod som har visat gott resultat är när man har försökt att styra sprickbildningen i CG-lagret. Med hjälp av sprickanvisningar har man åstadkommit ett sprickmönster med tunna tvärgående sprickor var 3:e m längs vägen. Utan sprickanvisningar bildas normalt bredare sprickor med inbördes avstånd 10–20 m. Tunna sprickor i CG-lagret är mer gynnsamma eftersom de har svårare att bilda reflektionssprickor i överliggande asfaltlager. I Anläggnings AMA 13 har metoden med sprickanvisningar skrivits in.

Tabell 9. Uppbyggnad CBÖ.

40 mm	ABS 16
40 mm	ABb PMB
170 mm	CG 15 MPa
50 mm	bärlager
500 mm	förstärkningslager
Geotextil	
Total: 800 mm.	

### 2.7.2. Utförande

CG-materialet blandades i Betongindustris betongfabrik i Hackefors och transporterades med flaklastbilar till arbetsplatsen. Cementmängden var 110 kg/m<sup>3</sup>.

Arbetsmomenten vid utförandet av CG-lagret var följande:

1. Utläggningen gjordes med asfaltutläggare.
2. Efter utläggningen packades CG-lagret med två statiska vältöverfarer.
3. Därefter gjordes tvärgående sprickanvisningar med inbördes avstånd 2,5 m. Sprickanvisningarna gjordes med asfaltskär som var monterat på en mindre hjulgående grävmaskin.
4. Sprickanvisningarna fylldes sedan med asfaltemulsion. Mängden asfaltemulsion anpassades så att inget asfaltöverskott skulle finnas kvar på CG-ytan efter slutpackning.
5. CG-lagret slutpackades med sex överfarer med vibrerande vält. Efter vältningen kunde man se sprickanvisningarna i CG-ytan. CG-lagrets densitet kontrollerades med Isotop-mätare.

6. Det färdiga CG-lagret förseglades med asfaldemulsion som förhindrar uttorkning av GG-lagret och används som klister för överliggande bindlager av asfalt.
7. Efter några dagar lades bindlagret av asfalt 40 mm ABb PMB. Bindlagret hade asfaltmassa med polymermodifierat bitumen för att lättare kunna ta upp rörelser i CG-lagrets sprickanvisningar.

Innan bindlagret lades ut markerades läget för sprickanvisningarna vid väggkanten. Markeringarna kommer att användas som hjälp vid utvärdering av eventuella framtida reflektionssprickor i asfaltlagret. Tryckhållfastheten på upptagna borrhärnor var efter 28 dygn 20 MPa. Den relativt höga hållfastheten är i detta fall inget problem eftersom CG-lagret är utfört med sprickanvisningar.



Figur 15. Vänster bild: Utläggning av CG med asfaltutläggare. Höger bild: Utförande av sprickanvisningar i CG-bärlagret. (Foto: Bengt-Åke Hultqvist).

### 2.7.3. Uppföljning av funktion och skador

Bussgatan som byggdes hösten 2013 låg under de två första åren med bindlager som beläggning. Gatan har den mesta tiden varit ofrafikerad. Under sommaren 2014 trafikerades gatan under några månader när den ordinarie infartsvägen till bostadsområdet Lambohov var avstängd för ett brobygge. Vägen har regelbundet följts upp med inspektioner. Efter två år kunde ingen reflektionsspricka noteras i bindlagret. Hösten 2015 lades slitlagret 40 mm ABS 16 och busstrafiken släpptes på. VTI kommer att följa upp vägens framtida tillståndsutveckling.

### 2.7.4. Skadeåtgärder

Under de tre första åren har inga skador uppkommit och därmed har heller inga skadeåtgärder utförts.

### 2.7.5. Vägens funktion 2016

Vägen fungerar bra och har inga sprickor eller skador.





*Figur 16. Hertig Johans Allé. (Foto: Bengt-Åke Hultqvist).*

#### 2.7.6. Resultat och slutsatser

Vägen är byggd med sprickanvisningar enligt anvisningarna i Anläggnings AMA 13. Hittills har vägen fungerat som förväntat.

---

### 3. Erfarenheter och rekommendationer

---

Erfarenheterna från denna studie av sju CBÖ-vägar visar att det vanligaste har varit att begränsa hållfastheten för CG. Vid en hög hållfasthet får man långa avstånd mellan sprickorna och därmed breda sprickor som lätt tränger upp genom asfaltlagren. Vid en låg hållfasthet blir avståndet mellan sprickorna mindre och sprickorna blir tunnare. Detta är gynnsamt för att förhindra uppkomsten av reflektionssprickor, men en alltför låg hållfasthet kan medföra beständighetsproblem i CG-lagret. En lämplig hållfasthet för CG kan vara 8–10 MPa. Inte för hög och inte för låg.

Erfarenheterna visar också att utformningen av CBÖ-konstruktionen och utförandemetoden har avgörande betydelse för hur skador uppkommer. Att använda armeringsnät eller fiberduk mellan asfaltlagren verkar inte fördröja sprickbildningen. Bättre resultat uppnås med mer flexibla asfaltbeläggningar innehållande gummigranulat eller modifierat bitumen. Genom att använda sprickanvisningar i CG-lagret och flexibelt asfaltbindlager kan antalet reflektionssprickor minimeras och fördröjas i asfaltslitlagret. Därmed kommer inte sprickorna att vara orsaken till att vägen måste underhållas utan andra skador i form av spår och ojämnheter kommer att vara avgörande för vägens underhållsbehov.

I de fall där reflektionssprickor har uppkommit har dessa i regel tätats med bitumen eller gjutasfalt. I något fall när sprickorna varit breda har fogmassa använts med gott resultat. Tunna sprickor har inte åtgärdats. För några vägar med breda sprickor har olika reparationsmetoder provats. På Östra Ringvägen i Kristinehamn provades armering med glasfibernät alternativt stål nät på den uppspruckna beläggningen innan ett nytt slitlager lades. På Yttre Ringvägen i Malmö som hade breda reflektionssprickor har olika prov gjorts, med bl.a. armeringsnät, men där den enda metod som i dagsläget ser ut att fungera är tätning av sprickorna med någon typ av gummifogmassa. För CBÖ-sträckan på väg E6 vid Fastarp reparerades sprickorna med olika asfaltmassor innan ett nytt slitlager lades.

Resultatet för de utförda reparationsåtgärderna visar att tunna sprickor inte behöver åtgärdas. Något bredare sprickor kan fyllas med bitumen eller gjutasfalt, medan bredare sprickor bör lagas med någon typ av fogmassa. Vilken åtgärd som väljs beror på hur breda sprickorna är.

---

## Litteraturlista

---

### **Byggnadsrapporter**

Provväg Lambohovsleden del 2, Linköping, Byggnads- och delrapport. VTI meddelande 524, 1987.

Provväg Östra Ringvägen, Kristinehamn, Byggnadsrapport, VTI meddelande 521, 1986

Armerade och modifierade asfaltlager på cementbundet grusbärlager (CG), Provsträckor på Lambohovsleden del 3, Linköping, Byggnadsrapport, VTI meddelande 632, 1990.

Cementbitumenöverbyggnad på Rv 55 Litslena-Örsundsbro, Internrapport Cementa, 1996.

Prov med olika överbyggnadstyper, observationssträckor på E6 Fastarp-Heberg, Del 1 Byggnadsrapport, VTI notat 56, 1996.

Kontrollerad sprickbildning i CG-lagret, Yttre Ringvägen i Malmö, Internrapport VTI, 2009.

Demonstrationssträcka CBÖ, Hertig Johans Allé Linköping, Internrapport VTI, 2015.

### **Uppföljningsrapporter**

1992 års uppföljning av CG-provvägar, Lambohovsleden del 2 i Linköping, Östra Ringvägen i Kristinehamn, Lambohovsleden del 3 i Linköping, VTI notat 175, 1993.

Prov med olika överbyggnadstyper, uppföljning av observationssträckor på E6 Fastarp-Heberg 1996-2006, VTI rapport 632, 2009.

Undersökning av sprickor på Yttre Ringvägen i Malmö, Internrapport VTI, 2003

VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut inom transportsektorn. Huvuduppgiften är att bedriva forskning och utveckling kring infrastruktur, trafik och transporter. Kvalitetssystemet och miljöledningssystemet är ISO-certifierat enligt ISO 9001 respektive 14001. Vissa provningsmetoder är dessutom ackrediterade av Swedac. VTI har omkring 200 medarbetare och finns i Linköping (huvudkontor), Stockholm, Göteborg, Borlänge och Lund.

The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), is an independent and internationally prominent research institute in the transport sector. Its principal task is to conduct research and development related to infrastructure, traffic and transport. The institute holds the quality management systems certificate ISO 9001 and the environmental management systems certificate ISO 14001. Some of its test methods are also certified by Swedac. VTI has about 200 employees and is located in Linköping (head office), Stockholm, Gothenburg, Borlänge and Lund.

HEAD OFFICE  
LINKÖPING  
SE-581 95 LINKÖPING  
PHONE +46 (0)13-20 40 00

STOCKHOLM  
Box 55685  
SE-102 15 STOCKHOLM  
PHONE +46 (0)8-555 770 20

GOTHENBURG  
Box 8072  
SE-402 78 GOTHENBURG  
PHONE +46 (0)31-750 26 00

BORLÄNGE  
Box 920  
SE-781 29 BORLÄNGE  
PHONE +46 (0)243-44 68 60

LUND  
Medicon Village AB  
SE-223 81 LUND  
PHONE +46 (0)46-540 75 00

