

Ett **SBU**-projekt

Datum
2001-01-17

Författare
Per Tyllgren
Skanska

Beteckning
ra000516a

Öppen AsfaltEmulsionsBetong AEB Ö

- Inventering och utvärdering av en produkt och en teknik -



Öppen AfaltemulsionsBetong, AEB Ö

- INVENTERING OCH UTVÄRDERING AV EN PRODUKT OCH EN TEKNIK -

Per Tyllgren

Förord

Rapporten bygger på en lång rad undersökningar och redovisningar från 1979 fram till 1999. De finansierades från olika håll, bl a av Vägverket i Borlänge och Härnösand och med interna medel från Skanska. Byggrapporten från 1979 fick utvecklingsbidrag från dåvarande SBEF, Svenska Byggnadsentreprenörföreningen.

Provtagningarna gjordes av Skanska VägTekniskt Centrum Nord i Kramfors och Bålsta. Analyser och provningar utfördes av Skanska VTC Syd i Lomma.

Referensgrupp för projektet var STUKAS, Samverkansgruppen för Kallproducerade Asfaltbeläggningar i Sverige.

Förre vägdirektören i Västernorrlands län, Göran Ullberg, lämnade värdefulla synpunkter på rapportinnehållet.

Projektet kunde genomföras tack vare finansiellt bistånd från SBUF, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond.

Till alla riktas ett varmt tack för all hjälp och uppmuntran.

Malmö i januari 2001

Per Tyllgren
/projektledare/

Innehållsförteckning

Förord.....	i
SAMMANFATTNING.....	iii
1 BAKGRUND	1
1.1 EN BRED SATSNING	1
1.2 ETT INBYGGT PROBLEM	1
1.3 AEB Ö	2
1.4 MJUKASFALT	2
1.5 ANVÄNDNINGAR FÖR AEB Ö.....	3
2 PROJEKTBESKRIVNING.....	4
2.1 BAKGRUND OCH SYFTE	4
2.2 ARBETSMOMENT	4
2.3 OBJEKT	5
2.3.1 Allmänt	5
2.3.2 Gamla E4 vid Lunde	6
2.3.2.1 Historien.....	6
2.3.2.2 Mätningar 1999	7
2.3.2.3 Sammanfattning och slutsatser.....	8
2.3.3 Gamla E4 vid Veda.....	9
2.3.3.1 Historien.....	9
2.3.3.2 Mätningar 1999	10
2.3.3.3 Sammanfattning och slutsatser.....	12
2.3.4 Väg 87 vid Hammarstrand	12
2.3.4.1 Historien.....	12
2.3.4.2 Mätningar 1999	13
2.3.4.3 Sammanfattning och slutsatser.....	14
2.3.5 E4 vid Gävle Bro	15
2.3.5.1 Historien.....	15
2.3.5.2 Mätningar 1999	16
2.3.5.3 Sammanfattning och slutsatser.....	18
2.3.6 Samlade omdömen.....	19
Litteratur	20

SAMMANFATTNING

Kalltekniken har djupa rötter i svensk vägghistoria och har utvecklats av många generationer vägbyggare. I början förutsatte den användning av lösningsmedel, som blev dyra i spåren av oljekrisen och sågs också efterhand som en miljöbelastning. När den moderna Kalltekniken introducerades 1975, baserad på katjoniska emulsioner, var framgången nästan given. Förväntningarna var stora, kanske alltför stora.

Den stora kallmassaprodukten under perioden 1976-1990 var, vid sidan av oljegrus, *AEB Ö*, Öppen Asfaltemulsionsbetong. Efter 15 års produktion av miljontals ton på vägar över hela landet bestämde sig emellertid Vägverket för att sluta använda beläggningsmaterialet. Som slitlager fungerade beläggningen inte särskilt väl, i varje fall inte utan försegling. Det föreskrevs i de första anvisningarna men slopades så småningom av kostnadsskäl. När man använde materialet som underhållsbeläggning på högtrafikerade vägar blev påkänningarna för stora. Sönderfallet var både svårt och kostsamt att åtgärda.

I anvisningarna VÄG 94 ersattes *AEB Ö* med ett nytt och oprövat koncept, som bestod av kallblandade versioner av Mjukasfalt (MJAB, MJAG och MJOG) med emulgerat bitumen som bindemedel. Det nya kallblandningskonceptet hade ingen framgång, delvis av kostnadsskäl men mest för att massorna var svåra att lägga ut p.g.a. av svårigheten att kontrollera emulsionernas brytning. Emulgeringsprocessen fördyrar bindemedlet och skapar ett besvärande vattenöverskott i täta graderingar. Det blev istället *kallblandad asfaltåtervinning* och *oljegrus* som höll liv i begreppet *kallblandade massor* under 1990-talet.

Inom *STUKAS*, Samverkansgruppen för Teknisk Utveckling av Kallproducerade Asfaltbeläggningar i Sverige, hanterades utvecklingsfrågor kring Kallblandningstekniken. Man föreslog en uppföljning av några tidigare undersökta objekt med *AEB Ö* och en jämförelse med tidigare avrapporterade resultat. Inför framtida utvecklingsarbete ville man samla och utvärdera materialtekniska erfarenheter. *SBUF*, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, gav ekonomiskt bistånd till projektet.

Undersökningen av fyra objekt resulterade i följande slutsatser:

1. I ett ytnära läge på hårt underlag, under tung trafik och på vägar med rörlig konstruktion saknar *AEB Ö* behövlig uthållighet och strukturell styrka. Antingen brister förbanden mellan stenarna eller knäcks stenarna under höga kontakttryck. Sönderfallet kommer plötsligt och oförutsett på samma sätt som för liknande varmblandade beläggningsvarianter.
2. Som slitlager på obundet underlag på väldimensionerade vägar kan oförseglad *AEB Ö* fungera under en period men till slut brister förbanden mellan stenarna. Med försegling, ytbehandling eller massabeläggning vid lämpliga tidpunkter fungerar *AEB Ö* bra som bundet bärlager på grus.
3. Om de funktionella egenskaperna hos *AEB Ö* tas i beaktande i dimensioneringen kan *AEB Ö* användas med gott resultat som bundet bärlager på obundna material också på högtrafikerade vägar. Trots kraftig förhårdning av bitumenet behåller *AEB Ö* sin asfaltkaraktär och funktionella förmåga efter 20 år och var vid en jämförelse i bättre skick än varmblandat asfaltbärlager.

AEB Ö har stor likhet med indränkta makadam, IM, t ex när det gäller fuktavledning men har dessutom sammanhållande förmåga, som fördelar lasterna i konstruktionen ännu bättre. Med större insikt om beläggningsmaterialets specifika karaktär hade man sluppit många negativa sidor och fått uppleva mer av nyttan med *AEB Ö*.

1 BAKGRUND

1.1 EN BRED SATSNING

1975 togs de första stegen i en branschgemensam introduktion av ett nytt beläggningskoncept baserat på *katjoniska bitumenemulsioner*. Istället för värme användes *ytkemisk teknik* för att göra bitumen spridningsbart eller möjlig att blanda med stenmaterial. Intresset förstärktes av den gryende miljövågen och dåvarande oljekris. Allt som reducerade behovet av uppvärmning, särskilt med importerad olja, och bruket av fossila lösningsmedel väckte intresse och den nya tekniken, *Kalltekniken*, uppfyllde båda kriterierna. Kalltekniken var i sig inte ny i Sverige vid den här tidpunkten. Man hade arbetat med helkalla och halvvarma tekniker under många decennier men då med hjälp av lösningsmedel och inte särskilt miljöanpassade blandningsanläggningar. *Oljegrus*, *asfaltlösningsbetong* och *tankbeläggningar* var stapelvaror i den gamla Kalltekniken. Nu skulle de och andra ersättas med ett tekniskt nytänkande, som lovade förbättringar på alla plan. Förväntningarna var stora, kanske lite väl stora, och man kunde inte klaga på beställarnas satsningsvilja eller utförarnas och leverantörernas entusiasm. Det fanns opponenter men de hade svårt att göra sig hörda i den allmänna förtjusningen och uppfattades lite som bakåtsträvare.

1.2 ETT INBYGGT PROBLEM

Förebilden hämtades till stor del från USA. Där var materialteknologin långt utvecklad och där tillverkades maskinerna. Produkterna byggde på bitumenemulsioner av en ny sort, katjoniska, som passade särskilt bra till svenska bergarter. Vattnet i emulsionen, ca 1/3-del, sågs som en harmlös komponent och bidrog snarare till intrycket av miljövänlighet.

Nu innehåller emulsioner inte bara vatten och bitumen utan också nödvändiga ytspänningsnedsättande ämnen, emulgatorer mm, för att göra emulsionen lagringsbar och möjlig att hantera. Det rör sig bara om någon procent men de är i gengäld ganska dyra och tillsammans med kostnaden för emulgeringsprocessen kan priset på bitumenet stiga med 50 %. Det fanns ekonomiska plusposter i form av enklare utrustningar och låga etableringskostnader, som gjorde att det ändå kunde bli ett acceptabelt pris för utlagd AEB Ö. En annan viktig fördel med Kalltekniken var en god arbetsmiljö. Men frågan var vilket vägtekniskt värde man kunde tillskriva den kallblandade beläggningen.

Vattnet i emulsionerna upplevdes från början inte som något tekniskt problem och anses inte heller idag skapa problem för *tankbeläggningar* och *slambeläggningar*. Där sker avgången av vatten ganska obehindrat och fullständigt genom avdunstning.

När det gällde *tätgraderade* massabeläggningar, som fram till 1975 dominerat bland asfaltmassorna, räckte utrymmena mellan gruskornen inte till för både vatten och bitumen. Eftersom vatten är mer lättflytande söker det sig både snabbare och djupare in i de kapillära utrymmena. Emulgerat bitumen slår sig så småningom samman men hamnar utanför vattendepåerna och stänger dem inne. Då inträffar ett stadium med överskott på vätska som gör att grusmaterialet flyter i vätskorna och beläggningen kan kännas instabil. Det kan ta lång tid för vattnet att tränga ut, om det sker överhuvudtaget. Kallt bitumen är alltför trögflytande för att kunna tränga in i de finaste utrymmena i ett senare skede, även om vattnet skulle ha lämnat dem.

Redan före 1975 hade man insett det här problemet i USA och därför skapat en beläggning med makadamliknande, hålrumsrisk grussammansättning. Där fanns det gott om utrymme för både vatten och bitumen och goda möjligheter för vattnet att ta sig ut, kanske lite för lätt

som det skulle visa sig. I USA gick beläggningen under namnet OGEM eller OGAEM, "Open Graded Asphalt Emulsion Mixes". I Sverige döptes den till AEB Ö, Öppen Asfalt-EmulsionsBetong.

1.3 AEB Ö

Den amerikanska kallblandade massaversionen var alltså vad man kallar öppen, dvs enskornig och stenrik, och hade en hålrumshalt på ca 20 %. Beläggningens sammanhållning bestod dels av kilningseffekten mellan stenarna men också av sammanklibbningen mellan bitumenbeklädda stenytor. Draghållfastheten var lägre jämfört med täta graderingar, där stenmaterialet hålls samman av ett omslutande och utfyllande bruk. Från början skulle ytan *förseglas* med bitumen och pågrus. Någon provade utan försegling och upptäckte då materialets *dränerade förmåga*, precis som hos en liknande varmblandad beläggning, dränasfalt. Konkurrensen mellan de privata företagen och Vägverkets egenregi gjorde att det inte fanns ekonomiskt utrymme för någon försegling. Verkningarna syntes inte förrän efter några år, när material började lossna. AEB Ö utan försegling kom på så vis att användas som slitlager på mjuka vägöverbyggnader och beläggningen fick rykte om sig att falla sönder, plötsligt och oförutsett. Den var inte särskilt populär bland väghållare som skulle hålla ytan i skick. De hade förespeglats en färdig och uthållig beläggning men i själva verket fick man en *halvprodukt*. Den behövliga förseglingen sköts oftast på framtiden, tills så mycket material hade lossnat att det var för sent att göra något annat än att laga med massa, som blev en kostsam och inte särskilt snygg åtgärd.

Ett annat bekymmer som underskattades alltför länge var *avrinningen* av obruten emulsion. Förutom att massan förlorade behövligt bitumen smutsades omgivningarna ned.

Trots det uppenbara behovet av förändringar i de tillfälliga anvisningarna för AEB Ö, där det bl a stod att försegling *kunde utföras* istället för att det *skulle ske*, gjordes ingenting åt saken.

Ett förtida sönderfall, delvis på grund av ett ofullständigt utförande, och avrinningsproblemen gröpte efterhand ur förtroendet även hos de mest entusiastiska. Inför tillkomsten av den nya vägtekniska beskrivningen, *VÄG 94*, valde man att lämna beläggningen utanför och istället införa ett *nytt kallteknikkoncept*, som i allt väsentligt försökte efterliknade Mjukasfalt men med emulgerat bitumen som bindemedel. De nya varianterna av kallmassor var i det närmaste *oprövade* och de blev inte heller någon framgång. Man insåg inte det omöjliga i ekvationen med *inneslutet emulsionsvatten* i en tät gradering och underskattade *läggbarhetens* betydelse. Ett märkligt förhållande är att de efter tiotalet år fortfarande finns kvar i anvisningarna, trots att de inte används.

1.4 MJUKASFALT

AEB Ö skulle inte bara ersätta oljegrus utan också asfaltlösningbetong. Snart nog insågs att AEB Ö inte hade de gamla beläggningarnas egenskaper. Därför gjordes tidigt en del försök med *långsambrytande emulsion* till täta graderingar men det fungerade inte. Då föddes tankarna på ett nytt koncept, *Mjukasfalt*, en efterföljare till asfaltlösningbetong, med ett bindemedel som inte innehöll lösningsmedel utan en *mycket mjuk bitumenprodukt*. Beläggningarna fick så småningom namn som MJAB, MJAG och MJOG. De behövde visserligen värmas upp en del men nu, i mitten av 1980-talet, hade oljepriset sjunkit, så den aspekten var inte lika intressant längre. De gamla, enkla uppvärmningsanläggningarna fanns fortfarande kvar men i de djupa skogarna var det än så länge ingen som reagerade på lite rök och damm.

Så kom det sig att *Mjukasfalt*, även kallade *halvvarma massor*, och *Kallblandningstekniken*, två sidor av samma mynt, utvecklades parallellt under 1980-talet fram till början av 1990. Båda hade sitt ursprung i de lågtrafikerade vägarnas behov av enkla, lättflyttade utrustningar och relativt billiga, eftergivliga beläggningar för skogslänens mjuka vägar. Den ena, Mjukasfalten, fick ett fortsatt liv efter tillkomsten av den nya vägtekniska beskrivningen, VÄG 94.

1.5 ANVÄNDNINGAR FÖR AEB Ö

Om nu oförseglad AEB Ö inte var någon framgång som slitlager såg man en möjlighet som bundet bärlager. Materialet var inte helt olik en klassisk beläggningstyp, *Indränk*t eller *Massabunden Makadam*, IM respektive MM. I beläggningsteknikens barndom var den ofta det första som lades på gamla grusvägar som underlag för täta slitlager. Medvetet eller omedvetet var den öppna graderingen just vad den fukthållande, lerhaltiga grusytan behövde. Den gamla vägkroppen mår bra av att *avfuktas* åtminstone en gång om året efter tjällossningen och det kan ske genom det öppna makadamlagret. Om man däremot lägger en tät beläggning direkt på grusytan händer det inte sällan att det *inneslutna vattnet* gör vägen instabil och till slut blir i sämre skick än före åtgärden. Grusvägen kan åtminstone hyvlas jämn en gång om året men det går inte när ytan är belagd. Likheten med IM och MM kom att hålla intresset för AEB Ö vid liv fram till början av 1990-talet.

Redan 1979 användes AEB Ö som asfaltbärlager på motorvägsbygget förbi Gävle. Samma år byggdes ett nytt vägavsnitt vid Hammarstrand på väg 87 och AEB Ö kom där inte bara till användning som bärlager utan också som slitlager under tiotalet år. Från 1984 till 1987 förstärktes dåvarande E4-sträckningen från Lunde ned till Älandsbro med AEB Ö och maskinavjämning med varmassa och ytbehandling som slitlager. De här exemplen presenteras och undersöks i föreliggande rapport.

2 PROJEKTBESKRIVNING

2.1 BAKGRUND OCH SYFTE

De angivna vägobjekten har undersökts vid flera tillfällen, dels för att några fungerat bra men också för att någon av dem inte höll måttet. 1987 gjordes den första samlade undersökningen, som redovisades tillsammans med franska erfarenheter av AEB Ö, först i *en gemensam fransk-svensk rapport 1990 (/5/)* och sedan vid *Eurobitumekonferensen i Stockholm 1993 (/6/)*.

Ett besvärande söderfall på flera avsnitt längs E4 med AEB Ö som förstärkningslager från Lunde vid Kramfors till Bye söder om Härnösand ledde till skadeutredningar, bl a *ett examensarbete* på KTH i Stockholm (/7/), och till slut en omprövad inställning till beläggningmaterialet. Så småningom reducerades bekymren genom bortfräsning och E4:ans ombyggnad utmed Höga Kusten. En del avsnitt finns kvar vid sidan av E4 söder och väster om Högakustenbron.

För att sammanfatta en period i svensk vägbeläggningshistoria bestämdes 1999 inom STUKAS, Samverkansgruppen för Teknisk Utveckling av Kallproducerade Asfaltbeläggningar i Sverige, att ett par utvalda objekt skulle undersökas på nytt och jämföras med tidigare resultat. Eftersom de nämnda vägarna var välkända sedan tidigare och representerar olika vägtyper och tillämpningar med AEB Ö valdes de till studieobjekt. Om det nu fanns något positivt att ta till vara ville man att det skulle räddas åt eftervärlden för framtida utvecklingsarbete. Avslutningen för AEB Ö i början av 1990-talet skedde hastigt och den allmänna uppfattningen om AEB Ö kom att präglas av exempel på beläggningar i sönderfall. Avsikten är inte att försöka rättfärdiga en "misslyckad" satsning utan objektivt betrakta och bedöma en beläggningsprodukt och en vägteknik, som hade stora förväntningar på sig och engagerade så många. Det allmänna intresset markeras av att projektet stöds av SBUF, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond.

2.2 ARBETSMOMENT

Vid flera tillfällen mättes vägprofiler och bärighet och gjordes andra ingående bedömningar på plats, förutom provning av beläggningmaterialen. Det finns bl a beskrivet i en *internrapport (/4/)*. Objekten är dessutom tidigare väl beskrivna vad gäller utförandet och yttre omständigheter. Den här gången ville man registrera vissa egenskaper i beläggningmaterialen. För några av vägkonstruktionerna hade dimensioneringsperioden löpt ut och det kunde vara av intresse att bedöma materialens tillstånd inför kommande istandsättningar. Under oktober och december 1999 togs borrhärlor ut från varje provväg, som sändes till Skanska Vägtekniskt Center i Lomma för undersökning av:



Borrning i AEB Ö på gamla E4 norr om Sprängsviken.

- hållfasthet
- styvhet
- sammansättning
- bitumenkvalitet.



Mätning av styvhetsmodul.



Pressdragtest för hållfasthetsprovning.



Bestämning av mjukpunkt, Kula & Ring, hos beläggningarnas bitumen.

2.3 OBJEKT

2.3.1 Allmänt

De beskrivna objekten finns avrapporterade från utförandet, dels i en publicerad *SBEF-rapport* (/1/), dels i *interna dokument* (/2/, /3/). Analyser och provningar från de tillfällena och efterkommande undersökningar anges tillsammans med resultaten från den här omgången i nedanstående tabeller.

Samtliga analyser utom några produktionsprover är gjorda på uppborrad beläggning. Alla massor tillverkades och lades ut med Skanskas Midland Mix-Paver.

Emulsionerna tillverkades av Nynäs 1979 och av Skanska 1984 och 1985.

2.3.2 Gamla E4 vid Lunde

2.3.2.1 Historien

Utförandet

Den gamla E4-sträckningen från avfarten till Kramfors, strax söder om Lunde ned till Häledal, hade efterhand moderniserats och breddats till en 13-m väg. Trafiken var intensiv på den här viktiga leden för norrländska transporter med ÅDT kring 6 000 med ca 13 % tunga fordon. Överbyggnaden hade fått flera underhållsbeläggningar under årens lopp men de hade kort livslängd på grund av vägens dåliga bärighet. I det läget söktes efter en kostnadseffektiv åtgärd. Valet föll på förstärkning med AEB Ö, maskinjustering med varmassa och sedan ytbehandling. Konceptet hade provats tidigare på E4 norröver vid Ullånger. Avsnittet mättes först med fallviktsmätare (KUABs FWD), som resulterade i en indelning i tre bärighetstillstånd, som fick 10 cm, 5 cm respektive 0 cm AEB Ö. AEB Ö utfördes 1984 och maskinjusterades samma år. Som jämförelse lade man in avsnitt med varmblandad AG på två ställen, 10 cm respektive 5 cm tjockt. Vägytan belades med Y1B året efter. Alla massor tillverkades med stenmaterial från Skanskas täkt på Ödsberget i Kramfors. Ytbehandlingen gjordes med kvartsit från Dalsland, som kom på järnväg och förvarades på stationen vid Sprängsviken.



AEB Ö med MAB-justering och ytbehandling: Veda t.v. och Lunde t.h.

Underhåll

Omkring 1990 började ett sönderfall gradvis bli synligt och man tvingades till potthållslagningar och förseglingar och till slut sammanhängande spårjusteringar. Ett avsnitt fick grävas ur och läggas om, lustigt nog just där man lagt 10 cm varmblandad AG. Det visar att ytliga sönderfall kanske inte alltid beror på materialen i vägöverbyggnadens bundna lager. Till slut öppnades nya Höga Kustenvägen, vilket lättade på bördorna för de underhållsansvariga. Delar av gamla E4, som numera utgör väg 90, befriades helt från AEB Ö. Det finns bara några få bitar kvar vid Sprängsviken i norr och vid Gustavsvik ungefär mitt på avsnittet. Proverna togs vid Sprängsviken.



Sönderfallande beläggning på gamla E4, nuvarande väg 90, vid Gustavsvik.

2.3.2.2 Mätningar 1999

Sammansättning

Objekt	Beläggningstyp	Tillv. år	Provn. år	Hållrum (%)	Bindhalt (%)	Kornfördelning (vikt% pass. mm)				
						0,075	2	4	11,3	16
E4 Lunde	AEB 16 Ö	-84	-84	21,4	3,16	2,7	15	21	72	97,7
	"	"	-93	19,7	3,34	2,5	14	20	70	95,3
	"	"	-99	19,3	3,0	3,5	16,2	22,3	70,9	95,3
	AG 16	-84	-84	7,3	3,78	3,9	32	42	80	95,9
	"	"	-93	7,8	3,88	4,0	34	45	79	93,0
	MAB 12	-84	-84	4,7	5,93	8,1	40	55	97	100
	"	"	-93	2,7	6,17	7,5	38	52	95	100

Olikheterna i sammansättning kan förklaras av provtagningssätt och skillnader i analysförfarande under en ganska lång tidsrymd och får betraktas som försumbara. Här handlar det om beläggningar som hållt samman. Hur det stod till där beläggningarna kollapsade får vi aldrig veta men de torde ha haft samma egenskaper och sammansättning fram till sönderfallet.

Hållfasthet

Objekt	Beläggningstyp	Tillv. år	Provn. år	K&R (°C)	pen 25 °C (1/10 mm)	Draghållf.* (Mpa)	Töjningsmodul* (Mpa)	Styvhetsmodul* (Mpa)
E4 Lunde	AEB 16 Ö	-84	-84			0,13	9	
	"	"	-93	50,5		0,50	31	
	"	"	-99	46,5	100	0,35	23	2171
	AG 16	-84	-84			0,75	47	
	"	"	-93	48		1,06	57	
	MAB 12	-84	-84			0,86	51	
	"	"	-93	46		1,05	59	

* uppmätt vid + 10 °C

Det kan bara antas, eftersom det inte finns några provningsresultat, att bitumenets K&R från början var enligt specifikationen, dvs ca 38 °C och penetrationen vid 25 °C ca 200 1/10 mm, eftersom man var noga med att följa regelverket. Det relativt höga K&R-värdet för AEB 16 Ö från -93 kan inte förklaras utan får betraktas tillsammans med övriga resultat. De lägre draghållfasthetsvärdena, töjningsmodulerna och en relativt låg styvhetsmodul, beror dels på de fåtaliga kontaktpunkterna i beläggningsstrukturen men också på ett "fett" bruk, dvs ett bruk med hög andel bitumen. Beläggningens styvhet beror alltså inte enbart på bitumenets styvhet. Kontaktpunkterna eller den totala kontaktytan (= mängden bruk) och brukets egenskaper (= filler/bitumen-förhållandet och bitumens styvhet) samverkar till beläggningens draghållfasthet respektive styvhet, som för övrigt brukar följas åt. Siffernivåerna är normala för alla beläggningstyperna. Möjligen förväntades lite hårdare bitumen i varmasorna.

Övriga observationer

Det var inte så många ytor kvar att ta prov på. Strax norr om Sprängsviken fanns ett avsnitt med 10 cm AEB Ö, där för övrigt ett avsnitt med varmblandad AG grävdes bort. Det var inga problem att få upp borrhärdarna, sammanlagt 12 stycken. Bara någon enstaka kasserades.

2.3.2.3 Sammanfattning och slutsatser

Bedömning av vägkonstruktionen

Vägen var underdimensionerad för rådande trafik. Med varje lager undershållsbeläggning tillfördes om inte bärighet så i alla fall uthållighet mot vägens rörelser under belastningar och klimatpåkänningar. Frågan är om det i just det här fallet var möjligt att ovanifrån kompensera för bristerna i de obundna lagren. Kanske var tillståndet alltför dåligt, vilket urgrävningen vid Sprängsviken visade tecken på.

Egenskaperna hos AEB Ö

Stenmaterialkvaliteten får betraktas som otillräcklig för ett så ytnära och enskornigt material under tung trafik. Om det var nedkrossning som startade sönderfallet eller bruket runt stenarna som släppte kan inte utrönas så här i efterhand.

Slutsatser

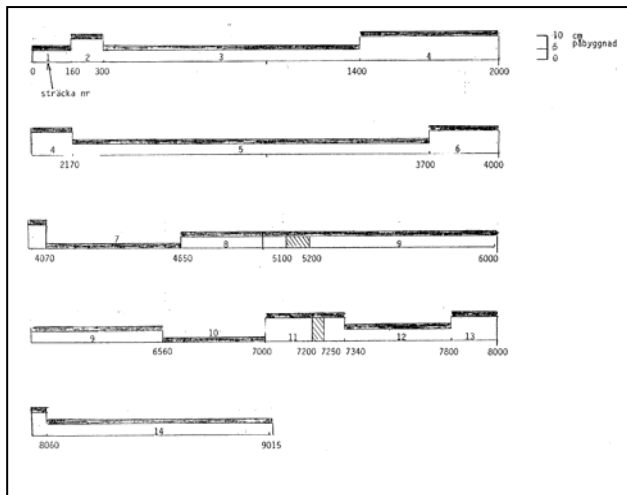
Beläggningen har fungerat normalt som AEB Ö betraktad. Kombinationen av relativt stor trafikbelastning och ytnära placering på ett hårt underlag blev för mycket för materialstrukturen, som till slut gav vika hastigt och oförutsett, vilket var besvärande för vägunderhållet. Vattenföringen i den öppna materialstrukturen har säkert medverkat till sönderfallet i lågpunkterna eller där vattenföringen stoppades upp av andra hinder. Orsakerna till beläggningens och konstruktionens sönderfall är flera men de bottnar alla i den speciella karaktären hos AEB Ö. Detta förändrar inte det faktum att den underdimensionerade vägen egentligen bara kunde förbättras med genomgripande ombyggnad.

2.3.3 Gamla E4 vid Veda

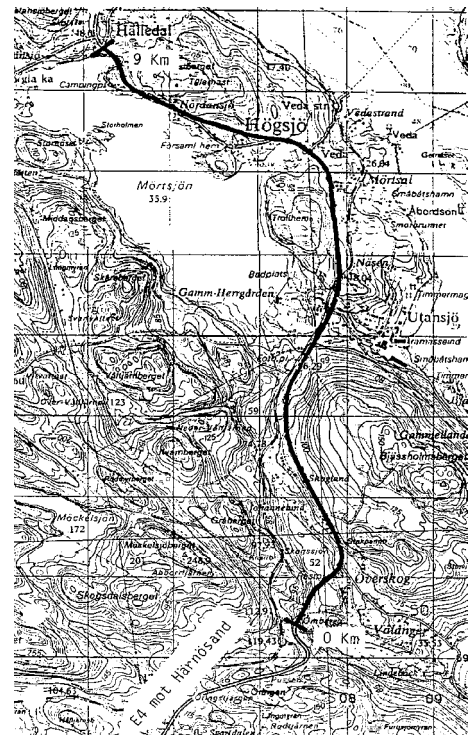
2.3.3.1 Historien

Utförandet

Den etappvisa förstärkningen av E4 fortsatte 1985 söderut med delen mellan Hälledal och Oringen. Utförandet följde samma upplägg som föregående år mellan Lunde och Hälledal med den skillnaden att maskinjusteringen gjordes året efter. Ytbehandlingen utfördes 1987. Norr och söder om Veda lade man in



Efter fallviktsmätning försågs avsnittet med olika förstärkningsmodeller



Vägavsnittet från Oringen i söder till Hälledal i norr.

jämförande provsträckor med varmblandad AG. AEB Ö tillverkades med stenmaterial från en täkt strax norr om Oringen och öster om E4. AG och maskinavjämningsmassan kom från Skanskas asfaltverk på Ödsberget i Kramfors.

Underhåll

Avsnitten vid försökssträckorna höll ganska väl och provades så sent som 1993. Andra ställen som branta backar och mellanliggande lågpunkter utsattes för extra stora påkänningar och fick skador tidigare. Också här kom nya E4-sträckningen som en välkommen avlastning för de underhållsansvariga. Mellan Hälledal och Veda och ned till gamla avfarten mot Utansjö tog man bort all AEB Ö och AG. Därifrån och söderut till Oringen finns planfräst AEB Ö kvar på båda sidor om E4, som ytbehandlades under år 2000.

2.3.3.2 Mätningar 1999

Sammansättning

Objekt	Belägg- ningstyp	Tillv. år	Provn. år	Hål- rum (%)	Bind.- halt (%)	Kornfördelning (vikt% pass. mm)				
						0,075	2	4	11,3	16
E4 Veda	AEB 16 Ö	-85	-85	20,8	3,65	3,4	16	29	81	99,0
	"	"	-93	18,9	3,64	3,3	16	28	79	98,6
	"	"	-99	13,0	3,9	4,2	18,5	30,4	78,4	97,8
	AG 16	-85	-85	6,7	4,36	3,9	32	43	81	96,6
	"	"	-93	7,9	4,30	4,0	32	42	81	96,0
	MAB 12	-86	-93	2,9	6,11	7,8	36	49	95	100

De enda värden som avviker är AEB 16 Ö från 1999: hålrummet är lågt, bitumenhalten något högre (man satte visserligen till kring 4 % men en del brukade rinna bort) och fillerhalten ganska hög. Men inget avviker mer än att det kan vara en AEB Ö-sammansättning. Det fanns ett tag misstankar om att man påträffat en äldre form av kallblandad beläggning, Alg, asfaltlösningssgrus, som tillverkades fram till någon gång på 1970-talet i de här trakterna men det har inte kunnat verifieras. Vid den här tiden, 1985, hade man gått ifrån de riktigt öppna varianterna av AEB Ö pga av problem med avrinning och sammanhållning. Det framgår av provningarna från tillverkningen och framåt. De tidigare provningarna gjordes för övrigt på andra ställen med en eller flera produktionsdagar emellan. Kornkurvan styrdes ganska enkelt i själva krossningen och efterföljande sällning. Det lägre hålrummet beror i första hand på en något tätare stengradering och högre bitumenhalt. I de här registren resulterar måttliga förändringar i sammansättning i tydliga effekter för bl a hålrumshalt.



Tätgraderad AEB Ö (det tjocka lagret) från gamla E4 söder om Veda vid Utansjö.

Hållfasthet

Objekt	Beläggningstyp	Tillv. år	Provn. år	K&R (°C)	pen 25 °C (1/10 mm)	Drag-hållf.* (Mpa)	Töjn.-modul* (Mpa)	Styvhetsmodul* (Mpa)
E4 Veda	AEB 16 Ö	-85	-85			0,25	14	
	"	"	-93	46		0,53	38	
	"	"	-99	46,5	91	0,39	18	1143
	AG 16 Ö	-85	-85			0,91	49	
	"	"	-93	47,5		1,09	62	
	MAB 12	-86	-93	44		0,99	61	

* uppmätt vid + 10 °C

Resultaten stämmer väl med Lunde-materialet från året före utom i ett avseende, styvhetsmodulen, som är märkbart lägre, vilket man också fick ett subjektivt intryck av när testet utfördes. Beläggningen gav inte intryck av instabilitet utan snarare seghet. Kanske hade man funnit det rätta AEB Ö-receptet för hållfasthet och beständighet, trots resultatet på vägen. Det här vägvägsnittet var också mycket skadedrabbat men det fanns en gradskillnad till det bättre jämfört med föregående års beläggningar. Den lyckliga omständigheten är att långa avsnitt med AEB Ö finns kvar för den som vill botanisera vidare, visserligen gömt under en ytbehandling men det försämrar inte möjligheterna, snarare tvärtom.

Övriga observationer

Proverna togs i första uppförsbacken några hundra meter söder om Utansjöavfarten. Eftersom den gamla vägbeläggningen fortfarande låg ”i dagen” hösten 1999 kunde man se AEB Ö i den planfrästa ytan. Fräsen hade gått igenom lagren på grund av tjälskjutningar och sättningar och ändrat tvärfall på den avsmalnade vägprofilen. Vid provtagningstillfället rådde ingen osäkerhet om vad provet utgjordes av. Det var först på laboratoriet som det okulära intrycket förde tankarna till en annan beläggningstyp. Efter samtal med dem som var med på 1970-talet väcktes misstanken att man träffat på en föregångare till AEB Ö, Alg, asfaltlösningssgrus. Det hade kunnat vara så men jämförelser mellan sammansättningsanalyser och arbetsrecept från utförandet och dokument som styrker att AEB Ö lagts på just det provtagna avsnittet avgjorde saken: det var AEB Ö men med en något tätare gradering, högre bitumenhalt och lägre hålrumshalt än normalt. Provtagningarna gick utan problem och beläggningen gav ett segt och beständigt intryck i provhanteringen, både borring och kapning, som i sig utsätter provkropparna för betydande påkänningar.



Planfräst AEB Ö ”i dagen” norr om Oringen. Nu är ytan ytbehandlad.

2.3.3.3 Sammanfattning och slutsatser

Bedömning av vägkonstruktionen

Vägavsnittet gav intryck av att vara bättre dimensionerat än delen Lunde-Hälledal men det kan lika gärna vara en effekt av gynnsammare markförhållanden. Även om det finns en gradskillnad blir bedömningen densamma: underdimensionerade vägar behöver i lika hög grad uthålliga som förstärkande underhållsbeläggningar. De långa utförlöperna i t ex norra Oringenbacken var en utmaning med tanke på vattenflödet genom AEB Ö. Det borde ha funnits utflöden i sidorna för inträngande ytvatten.

Egenskaperna hos AEB Ö

Som antyds i utvärderingen av sammansättningen och hållfasthetsanalyserna är denna AEB Ö av ett ovanligt slag, som påminner om äldre tiders asfaltlösningssbetong. Man kunde se, före ytbehandlingen år 2000, att planfräst AEB Ö ”i dagen” klarade sig utan stenlossning som slitlager, visserligen under mycket låg trafik, men ändå.

Slutsatser

Ett något bättre stenmaterial, en gynnsammare (tätare) stenmaterialgradering, som i sin tur förmådde hålla kvar mer bitumen, resulterade i en bra AEB Ö, som trots det inte hade tillräcklig uthållighet. Också här låg AEB Ö nära ytan under tung trafik, som till sist knäckte beläggningen. På en väg med ”normala” förutsättningar för AEB Ö skulle motsvarande påbyggnad sannolikt ha klarat sig bra.

2.3.4 Väg 87 vid Hammarstrand

2.3.4.1 Historien

Utförandet

1979 ersattes en besvärlig väg runt Vågsberget mellan Lien och Ragunda vid Hammarstrand med en ny sträckning utmed Indalsälven. Som enda bundna överbyggnadslager lades 10 cm AEB Ö ovanpå grusbärlaget i ett respektive två lager. Dessutom undersöktes betydelsen av ett förseglat mellanskikt som skydd mot nedträngande ytvatten. Inget ytterligare slitlager påfördes från början. Strax söder om avsnittet fanns en samtidigt nyanlagd väg i anslutning till en nybyggd bro över en ravin. Den vägdelen försågs med varmblandad AG och ytbehandling. Konstruktionerna kom att jämföras under de följande åren.



Väg 87 utmed Indalsälven med MJAB på AEB Ö 1999.

Resultatet av utförandet upplevdes som lyckat, även om det gjordes ganska sent på året för området i slutet av augusti och början av september och trots en del problem med tillverkningen av stenmaterialet, som tillhandahölls av Vägverket.

Trafiken var inte stor vid öppningen, ÅDT ca 1000, och är fortfarande inte särskilt stor, ÅDT 1450, men med en hög andel tunga fordon, 15 % och med de tunga lasterna i södergående riktning.

Underhåll

Området kring Hammarstrand är ett känt köldhål och man såg ganska tidigt tvärgående köldsprickor ungefär var 50:e meter. Snart började material lossna runt sprickorna, som fick lagas med massa. Några avsnitt med dålig bärighet maskinjusterades 1987 samtidigt med en tunn och otillräcklig försegling. 1991 lades MJOG 16 med mjuk-bitumen MB2000 över hela avsnittet. MJOG fick ganska snart deformationsspår i tjocka spårlagningar. Därför justerade den tungt belastade södergående vägsidan med en MAB-liknande beläggning under 1999. Resultatet för AG-delen vid ravinen blev så dåligt att det är svårt att tro att undergrunden skulle vara densamma. Efter flera uppjusteringar lades där till slut på ett lager obundet grus och ett nytt lager asfalt.

Under översvämningarna sensommaren år 2000 hamnade AEB Ö-avsnittet under vatten och en hög slänt skadades så allvarligt att vägen stängdes av under reparationsarbetena. Det finns risk för att hela vägsnittet skadats.



Beläggning på väg 87: från vänster MAB 1999, MJOG 1991 och AEB Ö 1979

2.3.4.2 Mätningar 1999

Sammansättning

Objekt	Beläggningstyp	Tillv. år	Provn. år	Hålrum (%)	Bindhalt (%)	Kornfördelning (vikt% pass. mm)				
						0,075	2	4	11,3	16
Väg 87 Hammarstrand	AEB 16 Ö	-79	-79		3,75	2,13	4,5	7,6	69	99
	"	"	-87	22,5	2,51	2,7	9,6	16,2	71,5	100
	"	"	-99	23,4	2,5	3,3	10,5	14,3	62,2	99,3
	AEB 16 Ö-f	"	-79		4,08	1,80	3,8	6,5	64	99
	"	"	-87	23,3	3,26	3,4	12,7	19,8	74,0	100
	"	"	-99	21,9	3,3	3,7	14,5	20,2	67,4	97,4
	AEB 16 Ö-u	"	-79		3,41	1,67	4,2	6,9	66	100
	"	"	-87	25,1	3,05	3,2	12,4	19,0	77,3	100
	"	"	-99	22,6	2,9	3,2	12,1	18,5	68,2	99,3
	MJOG 16	-91	"	4,4	4,3	4,7	37,5	52,5	85,9	99,0
	MAB 11	-99	"	6,6	5,8	5,4	33,3	47,7	90,6	98,5
	AG	-79	-87	5,1	4,34	5,9	38,8	49,8	71,9	82,7

AEB 16 Ö är enlayersbeläggning, AEB 16 Ö-f är tvålayers med försegling emellan och AEB 16 Ö-u tvålayers utan försegling. Massorna tillverkades efter samma recept men utfallet blev olika, som framgår av massaproverna från tillverkningen. En-layersbeläggnigen förlorade mest bitumen eftersom all emulsionsavrinning rann ur massan ned till underliggande grusmaterial och bildade där ett indränkt gruslager. Två-layersbeläggningarnas avrinning från övre lagret stannade mitt i konstruktionen på undre lagrets något tätade överyta.

Beläggningen med mellanskiktsförseglingen fick ett bitumentillskott, vilket framgår av siffrorna. Kornkurvornas höjning kommer i första hand från yttre tillförsel av grusmaterial.

Hållfasthet

Objekt	Beläggningstyp	Tillv. år	Provn. år	K&R (°C)	pen 25 °C (1/10 mm)	Draghållf.* (Mpa)	Töjn.-modul* (Mpa)	Styvhetsmodul* (Mpa)
Väg 87 Hammarstrand	AEB 16 Ö	-79	-79	38,2				
	"	"	-87	56,6	44	0,80	50	
	"	"	-99	65,5	18	0,76	41	6856
	AEB 16 Ö-f	"	-79	38,2				
	"	"	-87	56,6	44	0,58	32	
	"	"	-99	60,5	29	0,69	46	4352
	AEB 16 Ö-u	"	-79	38,2				
	"	"	-87	56,6	44	0,54	38	
	"	"	-99	61,5	26	0,81	48	5993
	MJOG 16	-91	"	28,0	17040**	0,37	22	1174
	MAB 11	-99	"	44,0	118	1.11	42	1284
	AG	-79	-87			1,33	60	

* uppmätt vid + 10 °C

** viskositet vid 60 °C i mm²/s

På E4 i Lunde fanns ett enstaka ganska högt K&R-värde. Här finns flera höga K&R-värden på högre nivå och ökande med tiden. Det rör sig alltså inte om tillfälligheter. Trots att bitumen inte utsatts för värme, vilket man betraktar som en primär orsak till förhårdning, har bitumenet i AEB Ö nått nivåer som sällan ses i varmblandade asfaltbeläggningar. Fenomenet observerades redan 1987 och förklarades då som en effekt av oxidationsprocesser från luft, vatten och solljus. Beläggningen ansågs ovanligt mycket exponerad för dessa faktorer i sitt ytliga läge och med sin öppna och tillgängliga struktur. Man tycker att processen borde avstannat efter så pass lång tid men den har faktiskt fortsatt.

Hållfasthetsvärdena ligger på förväntade nivåer för *draghållfasthet och töjningsmodul*, dvs relativt högt som en effekt av det extremt styva bitumenet, trots det höga hålrummet med färre kontaktpunkter mellan stenarna. Det icke förstörande testet som mäter *styvhetsmodul* har reagerat kraftigt på det styva bitumenet/bruket, ungefär som i en tätgraderad massa.

Övriga observationer

Borrningen gick utan besvär eftersom beläggningen var ganska tunn ned till underliggande gruslager och borrhärdarna slapp brytas loss inuti konstruktionen. Det gick emellertid inte att ta prov på intilliggande anvsnitt med AG, eftersom ett lager obundet grus och ett lager asfalt hade lagts på den ursprungliga beläggningssytan.

2.3.4.3 Sammanfattning och slutsatser

Bedömning av vägkonstruktion

Det fanns partier där avvattningen inte fungerade, vilket förorsakade sättningar och spår från en uppmjukad undergrund men även andra svaga partier, främst den höga banken i norr vid Ragunda. Eftersom det bara gått tjugo år sedan byggnationen och svaghetstendenserna

visade sig redan efter tio år, i vissa fall redan efter något år, måste vägens bärighet och beständighet bedömas som mindre bra. I det sammanhanget kan bundna beläggningsslayer i tjocklekar om 10 cm inte påverka mycket, oavsett vad de består av. Skicket på kringliggande vägavsnitt visar också att det verkar svårt att bygga beständiga vägar i området. Mått med den *lokala* måttstocken får man ändå betrakta vägavsnittet med AEB Ö som hyggligt. Den intilliggande delen (söderut mot Lien) med AG, som byggdes samtidigt på båda sidor om bron över ravinen, måste bedömas som ett ordentligt misslyckande, *även* i ett lokalt perspektiv.

Egenskaperna hos AEB Ö

Ytorna låg helt öppna under 8 år och efter en lindrig och verkningslös försegling 1987 i ytterligare 4 år, med allt vad det inneburit av påkänningar från trafik, vinterunderhåll och klimat, innan ytan täcktes med tät massabeläggning, MJOG, 1991.

Sett i det perspektivet har AEB Ö fungerat som man kunde förvänta sig. Den öppna graderingen, som var tidens mode, gjorde att en betydande del av bitumenet rann ur beläggningen. Visserligen stannade bitumenavrinningen i vägens överbyggnad och gjorde nytta där men bindemedlet hade behövts bättre i beläggningen. Den kraftiga förhårdningen av bitumenet har inte gjort AEB Ö uthålligare. Med detta i åtanke har skadeutvecklingen varit måttlig. Hade AEB Ö fått en kraftig försegling tidigare eller hellre en ytbehandling och så småningom ett tätt slitlager av bättre kvalitet än den MJOG som lades, hade vägen klarat sig bra.

Slutsatser

Med tanke på den öppna stengraderingen och en bitumensort som borde ha varit mjukare så har AEB Ö fungerat bra. Med en bättre vald sammansättning och komplettering med det efterföljande beläggningsunderhåll som man idag vet hör till beläggningstypen, skulle det ha fungerat ännu bättre. Förseglingarna mot ytvatten har *inte* haft någon synlig inverkan på de obundna överbyggnadslagren. Däremot har dålig avvattning och underifrån kommande fukt haft tydlig påverkan på vägens stabilitet och beständighet. Jämförelsen med den intilliggande konstruktionen med varmblandad AG och ytbehandling var inte rättvisande, eftersom den delen av vägbygget var illa utförd.

2.3.5 E4 vid Gävle Bro

2.3.5.1 Historien

Utförandet

Sommaren 1979 byggdes första etappen av motorvägen från södra avfarten till Gävle och upp till vägen mot Sandviken. Överbyggnaden var snålt tilltagen, 80 cm, men helt enligt dåvarande anvisningar, varav de bundna lagren utgjorde 9 cm AG och 4 cm HAB. Vägen gick över blockrik terräng som borde rensats bättre, vilket skulle visa sig efter några års tjällyftningar. Den södergående sidan belades med varmblandad asfalt efter anvisningarna och på den norrgående byttes AG mot 10 cm AEB Ö på ett avsnitt mellan nuvarande Gävle Bro och avfarten mot Sandviken. Precis som i Hammar-



E4 vid Gävle Bro: från väster flera lager HAB 1979-1998, AEB Ö 1979 och AG 1979

strand ville man prova allt lagt i ett lager (AEB 25 Ö) jämfört med två lager (AEB 16 Ö). Trafiken var inte särskilt stor vid öppningstillfället men har ökat under åren (ÅDT 5250 på södergående och ÅDT 5350 på norrgående och ca 13 % tunga fordon i båda riktningarna). AEB Ö lades under juni månad medan slitlagret med HAB kom på lite senare under sommaren samma år.

Underhåll

Det här vägavsnittet har varit utan problem med avseende på AEB Ö. Istället uppstod andra problem med ojämnheter från uppfrysning av block som föranledde återkommande justeringar. Med det senaste slitlagret 1998 har beläggningstjockleken nästan fördubblats. Efter alla urgrävningar och kompletteringar har vägen nu kanske den konstruktion, som den skulle ha haft från början.

2.3.5.2 Mätningar 1999

Sammansättning

Objekt	Beläggningstyp	Tillv. år	Provn. år	Hålrum (%)	Bindhalt (%)	Kornfördelning (vikt% pass. mm)				
						0,075	2	4	11,3	16
E4 Gävle Bro	AEB 16 Ö	-79	-79		3,41	2,75	6,6	10	78	99
	"	"	-87	22,8	3,08	2,9	9,3	15,1	74,0	98,8
	"	"	-99	23,3	3,00	3,0	9,5	15,7	76,8	99,2
	AEB 25 Ö	-79	-79		3,41	2,10	4,8	5,9	64	85
	"	"	-87	24,2	2,68	2,5	7,0	10,2	64,7	90,3
	"	"	-99	23,5	2,67	2,8	8,0	11,2	60,1	83,3
	AG	-79	-79							
	"	"	-87	4,1	3,82	6,6	30,4	40,7	63,5	73,9
	"	"	-99	6,2	3,82	6,5	32,0	42,0	67,1	79,2
	HAB 12	-79								
	"	"	-87	1,0	6,20	8,8	39,9	54,7	91,5	100

Eftersom AEB Ö inte legat ytligt är kornfördelningarna ganska oförändrade under åren. AEB 25 Ö varierade under produktionen och det blev inte så mycket 16-25 i stenkurvan. Emulsionsavrinningen hamnade i ytan på underliggande bärlagergrus. Här, liksom i Hammarstrand lite senare samma år, bidrog det säkert positivt till konstruktionens beständighet. Kornkurvan i AEB Ö var mycket öppen och hålrummet mycket stort, vilket var uppfattningen om en lämplig sammansättning vid tillfället. Följden blev relativt stor bindemedelsförlust i beläggningen genom emulsionsavrinning. Detta besvärade inte i något avseende eftersom beläggningen inte utsatte för trafik och avrinningen stannade i underliggande grusmaterial. På andra objekt samma år med täta asfaltunderlag och ogynnsamma tvärfall och trafiken passerande under utförandet var problemen med stänk och halka däremot mycket stora.

AG-beläggningen var sammansatt enligt tidens syn: den skulle vara torr, styv, grov och billig, alltså grov stenkurva och låg bitumenhalt och styvt bitumen. Följden kunde bli separation av bruk och sten under utförandet och en allmänt osmidig beläggning, som snabbt förspredades.

Hållfasthet

Objekt	Beläggningstyp	Tillv. år	Provn. år	K&R (°C)	pen 25 °C (1/10 mm)	Draghållf.* (Mpa)	Töjn.-modul* (Mpa)	Styvhetsmodul* (Mpa)
E4 Gävle Bro	AEB 16 Ö	-79	-79	38,2				
	"	"	-87	57,5	34	0,52	34	
	"	"	-99	70,5	10	0,57	40	6129
	AEB 25 Ö	-79	-79	38,2				
	"	"	-87	57,5	34	0,45	30	
	"	"	-99	70,5	10	0,71	50	6520
	AG	-79	-79					
	"	"	-87			1,08	67	
	"	"	-99	60,5	26	1,98	130	5668
	HAB 12	-79						
	"	"	-87			2,15	84	

* uppmätt vid + 10 °C

De påtagligt höga K&R-värdena visar sig också här liksom i Hammarstrand, både vid undersökningen 1987 och nu senast 1999. Mönstret upprepar sig men här finns också de högsta värdena i hela studien. Den förklarande omständigheten i Hammarstrand, möjligheten till försprödande påverkan i den öppna, ytliga belägenheten, finns inte som möjlig förklaring i Gävlefallat. AEB Ö låg öppet bara under en månad. Svaret kan ligga i framställningen av bitumenet eller hos emulsionen och stenmaterialet.

Draghållfasthet och töjningsmodul ligger på relativt höga nivåer på grund av det styva bitumenet.

Övriga observationer

1987 gjordes en större utredning för att ta fram dimensioneringsdata för AEB Ö jämfört med AG. För det syftet användes fallviktsmätare (FWD), som mätte på ytan av respektive konstruktion. Därefter tog man bort de bundna lagren och slutligen bärlagret. På varje frilagd yta mättes med FWD. Med tillbakaräkning kunde den lastfördelande effekten av varje lager bestämmas. Kvoten mellan E-modulerna hos AG respektive AEB Ö var 1,3. Det innebär att en tjockleksökning på ca 10 % för AEB Ö skulle ge samma lastfördelningseffekt mot underlaget. Samtidigt uppvisade AEB Ö gynnsammare töjningsegenskaper, vilket innebär längre livslängd ur utmattningssynpunkt för AEB Ö jämfört med AG. Slutsatserna baseras på egenskaperna 1987.

Det gick ganska bra att få upp borrkärnor ur AEB Ö (någon fick kasseras) medan det var omöjligt att få upp hela provkroppar på AG. De gav ett mycket torrt och sprött intryck, nästan som torkad lera, och fick hanteras med största försiktighet.



Borrning på E4 norr om Gävle Bro.

2.3.5.3 Sammanfattning och slutsatser

Bedömning av vägkonstruktionen

Anvisningarna 1979 var i snålaste laget när det gällde överbyggnadstjockleken. De obundna lagren borde ha varit åtminstone 10 cm tjockare och blocken i terrängen skulle ha rensats bort i större omfattning. Nu fick man dyrköpt reparera de bristerna i efterhand.

Bedömning av AEB Ö

Sammansättningen var mycket öppen, nästan som makadam, och beläggningen har också samma gynnsamma egenskaper som det materialet: eftergivligt och fuktavledande. Till detta kan AEB Ö foga en sammanhållande förmåga, som makadam inte har, inte ens när den dränkts in med bitumen eller bundits med asfaltmassa. På vägar med stora rörelser har sammanhållningen kanske inte så stor betydelse men på en väg av det här slaget, som dimensionerats efter asfaltmaterialens rörelseförmåga, har det säkert varit en fördel. De här AEB Ö-materialen hade emellertid inte överlevt särskilt länge som oförseglat slitlager på en mjuk väggropp.

Slutsatser

AG av 1979 års modell har åldrats som man kunde förvänta sig: bruket har torkat ut och fått en skör och jordaktig karaktär. AG har förlorat sin prägel av asfaltbeläggning efter 20 år, vilket faktiskt är materialets avsedda livslängd och fungerar nu mer som ett obundet material. Bitumenet i AEB Ö har hårdnat men beläggningen har ändå kvar sin asfaltprägel och den fuktavledande förmågan. Beläggningen fungerar som i nyskick och kommer sannolikt att göra så under vägens dimensionerade livslängd, dvs under ytterligare 20 år. AEB Ö på obunden grusyta är ett vägtekniskt välmotiverat materialval, till och med för högtrafikerade vägar. E4 norr om Gävle Bro är ett bra exempel på det.



Illustration av tillståndet i den spröda AG:n jämfört med AEB Ö.

2.3.6 Samlade omdömen

Resultatet av undersökningen kan sammanfattas på följande sätt:

1. E4 Lunde

Ytligt belägen (överlagd med bara 30 mm ytbehandlad asfalt) på ett hårt underlag och på en underdimensionerad vägkropp under tung trafik var valet av AEB Ö inte det bästa. Materialet saknade tillräcklig hållfasthet i materialstrukturen.

2. E4 Veda

Samma faktorer som knäckte beläggningen vid Lunde norröver fällde utslaget här, även om man kunde se en gradskillnad till det bättre. AEB Ö hade goda egenskaper efter sin egen standard men det räckte inte till. Instängt rinnande vatten påskyndade sönderfallet



AEB Ö E4 Veda

3. Väg 87 Hammarstrand

Med tanke på utsattheten under en lång följd av år drabbades beläggningen av ett lindrigt sönderfall. Det är synd att man inte visade större omsorg om beläggningen i underhållet. Med ytbehandling och massabeläggning vid lämpliga tidpunkter hade vägen varit i bättre kondition. AEB Ö var som första lager en väl fungerande beläggning för vägkonstruktionen.



AEB Ö E4 Lunde



AEB Ö väg 87 Hammarstrand

4. E4 Gävle Bro

Jämförelsen med AG har utfallit till fördel för AEB Ö när det gäller beständigheten, vilket förutsades redan i undersökningen 1987. AGs större lastfördelande förmåga i nyttillverkat skick försvann i takt med att materialet förlorade sin asfaltkaraktär. AEB Ö hade från början lägre lastfördelningsförmåga, vilket kompensades med större tjocklek, men har också behållit den genom åren. Samtidigt har andra goda vägtekniska egenskaper, som fuktavledning, bibehållits.



AEB Ö E4 Gävle Bro

5. Slutsatser

Likheten mellan AEB Ö och IM (och MM), indränkt (och massabunden) makadam, gör att beläggningarna i flera fall har likartade tillämpningar. IM är i grunden ett obundet bärlager men används av tankbeläggarna som underhållsbeläggning. IM måste emellertid förses med ett slitlager, en ytbehandling eller massaslitlager, för att inte drabbas av materialsläpp och potthål. Rätt utfört och kompletterat med beläggningssåtgärder i rätt tid är det ett utmärkt uppbyggnadsmaterial för mjuka grusvägar med låg trafik. IM har flera vägtekniskt nyttiga

egenskaper, som förmåga till *sprickupptagning*, *elastisk lastfördelning* och *fuktavledning*. AEB Ö har samma egenskaper, möjligen är sprickupptagningen mindre framträdande men å andra sidan har AEB Ö bättre sammanhållning och större förmåga att behålla ytjämnheten. Om AEB Ö hade visats samma aktsamhet i utförandet och kompletterats med beläggningsåtgärder som man normalt ska göra med IM och om objekten valts med större omsorg hade historien kanske sett annorlunda ut. Det är inte omöjligt att AEB Ö hade funnits kvar på beläggningsmenyn.

Litteratur

1. *Stig Bjelkengren, Sture Johansson, Per Tyllgren*. Produktion av asfaltemulsionsbetong med mixpaverteknik. *SBEF rapport nr 26. Stockholm. 1980*
2. *Per Tyllgren*. Öppen asfaltemulsionsbetong, AEB Ö, som förstärkningsmaterial – byggrapport. *Skanska. Lomma. 1985*
3. *Per Tyllgren*. Öppen asfaltemulsionsbetong, AEB Ö, som förstärkningsmaterial – byggrapport del 2. *Skanska. Lomma. 1986*
4. *Per Tyllgren*. A road data presentation from a French-Swedish joint project survey performed during 1987. *Skanska. Lomma. 1987*
5. *Pierre Chazal et al.* Fransk-svensk samarbetsgrupp för Kallblandningsteknik. *Vägverket. Borlänge. 1990:39*
6. *Jean-François Lafon et al.* 5th Eurobitume Congress, Stockholm, 1993, Volume 1B, session 4, Paper 4.34 Cold bituminous mixes – a co-operation between Sweden and France. *Stockholm. 1993*
7. *Malin Ferner*. Examensarbete. *In press. KTH. Stockholm. 2000*

