

Ett **SBUF** -projekt

**Datum**  
2004-06-29

**Författare**  
Per Tyllgren  
Skanska

**Beteckning**  
SBUF 11391

# ASFALT MED RAPSOLJEDERIVAT (ROD)

*- Ett nytt koncept för kallblandning och halvvarm teknik -*

**Redovisning av beläggningar utförda  
1999-2002 och undersökningar 2003**

# **ASFALT MED RAPSOLJEDERIVAT (ROD)**

*- Ett nytt koncept för kallblandning och halvvarm teknik -*

**Redovisning av beläggningar utförda  
1999-2002 och undersökningar 2003**

## Förord

När Göte Lindberg började använda rapsoljederivat i asfaltblandningar för tioalet år sedan inleddes en behövlig förnyelse av kallblandningstekniken. Redan idag är ROD-tekniken ett konkurrensdugligt alternativ och har dessutom stora utvecklingsmöjligheter.

Analys och provningar i föreliggande rapport utfördes på Skanskas väglaboratorier i Helsingborg och Lomma. Beläggningarna tillverkades av Skanskas organisation i Asfalt och Betong, Region Syd. Medarbetarnas kunnsighet och engagemang bidrog verksamt till ett lyckat genomförande av projektet.

Ett varmt tack riktas till Vägverket och engagerade kommuner för uppmuntran och visat förtroende och särskilt till SBUF för bidraget till detta viktiga steg i lanseringen av en ny kallblandningsteknik.

Malmö i juni 2004

Per Tyllgren  
/projektledare/

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>1</b>
<b>1. BAKGRUND.....</b>	<b>1</b>
1.1 HISTORIK.....	1
1.2 ETT NYTT MATERIALKONCEPT .....	2
1.3 ALLMÄNNA ERFARENHETER.....	3
1.4 BLANDNINGSTEKNIK .....	3
1.5 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR FRAMTIDEN.....	4
<b>2. PROJEKT BESKRIVNING.....</b>	<b>5</b>
2.1 SYFTE.....	5
2.2 ETAPPER OCH DELPROJEKT .....	5
2.3 DELTAGARE OCH FINANSIERING.....	6
<b>3. TILLVERKNING AV BELÄGGNINGAR .....</b>	<b>7</b>
3.1 PRODUKTION AV RAPSOLJEDERIVAT, ROD.....	7
3.2 RAPSOLJANS OMEDELBARA VERKAN PÅ BITUMEN.....	7
3.3 RAPSOLJANS VERKAN PÅ ASFALTMASSA .....	8
3.4 KALLBLANDNING.....	8
<b>4. PROVNING AV UTFÖRDA BELÄGGNINGAR.....</b>	<b>10</b>
4.1 UPPFÖLJNINGSOBJEKT .....	10
BILDER PÅ UPPFÖLJNINGSOBJEKT I OKTOBER / NOVEMBER	
2003 .....	11
4.2 PROPORIONERING.....	12
4.3 PRODUKTIONSKONTROLL.....	14
4.4 PROVNINGSMETODER.....	17
4.5 PROVNINGSRISULTAT .....	19
4.5.1 Bitumenhalt.....	19
4.5.2 Extraherat stenmaterial.....	20
4.5.3 Hålrums halt .....	21
4.5.4 Hållfasthet.....	21
4.6 TIDIGARE UTFÖRDA LABORATORIEFÖRSÖK .....	23
<b>5. SLUTSATSER OCH KOMMENTARER.....</b>	<b>27</b>
5.1 ALLMÄNT .....	27
5.2 RETURASFALT .....	28
5.2.1 Beläggningstyper.....	28
5.2.2 Gammal bitumen .....	28
5.2.3 Uppgrävt grusmaterial .....	29
5.2.4 Krossning.....	29
5.3 OBJEKT .....	29
5.3.1 Underlag .....	29
5.3.2 Påkänningar.....	30
5.3.3 Belägenhet.....	30

5.4	PROPORTIONERING.....	31
5.4.1	Allmänt.....	31
5.4.2	Nytt bitumen.....	31
5.4.3	Tillfört grusmaterial.....	31
5.4.4	Maximal täthet.....	32
5.5	BLANDNING.....	32
5.5.1	Homogenitet.....	32
5.5.2	Läggbarhet.....	32
5.5.3	Komprimerbarhet.....	33
5.6	UTLÄGGNING.....	33
5.6.1	Preparering av underlag.....	33
5.6.2	Spridning.....	33
5.6.3	Komprimering.....	34
5.6.4	Efterbehandling.....	36
5.7	ÅLDRING.....	36
5.7.1	Bitumenets förändring.....	36
5.7.2	Töjningar och spänningar.....	37
5.7.3	Slitage.....	37
<b>6.</b>	<b>FÖRSLAG TILL FORTSATT UTVECKLINGSVERKSAMHET.</b>	<b>38</b>
6.1	PROBLEMORIENTERING.....	38
6.2	UTVECKLINGSARBETE.....	38
	LITTERATUR.....	40
	LÄNKAR.....	40

## BILDER, DIAGRAM, TABELLER, FIGURER

<b>Bild 3.4-1</b>	Skanskas kallblandningsverk med kontinuerlig blandare av typ Lucksta. Verket användes till samtliga undersökta vägbeläggningar.....	9
<b>Bild 3.4-2</b>	Skanskas varmmassaverk i Dalby, Skåne, med möjlighet till både varm och kallblandad asfaltåtervinning.....	9
<b>Bild 4.4-1</b>	Borring för objekt nr 1b (Åstorp, backe) med ROD-bitumen. ....	17
<b>Bild 4.4-2</b>	Borrkärnorna förvarades i plaströrshalvor innan de provades.....	17
<b>Bild 4.4-3</b>	Mätning och vägning av provkroppar.....	18
<b>Bild 4.6-1</b>	Gyrokompaktor.....	23
<b>Bild 4.6-2</b>	Pressdragprovning av provkropp.....	24
<b>Bild 4.6-3</b>	Gyrate provkroppar, testade och i avvaktan på pressdragprovning.....	24
<b>Bild 5.3-1</b>	Materialsläpp på skuggade partier under Tranarpsbron utmed E4 i sju år gammal emulsionsåtervinning. Omgivande solbelysta ytor, t o m mellan brohalvorna, är i betydligt bättre skick.....	30
<b>Bild 5.6-1</b>	Läggarscreeden flyter jämnt på den smidiga ROD-massan.....	34

<b>Bild 5.6-2</b>	En tung, statisk vält gör ofta bästa jobbet .....	35
<b>Bild 5.6-3</b>	. . . tillsammans med en tung gummihjulsvält. ....	35
<b>Bild 5.7-1</b>	Utmattningssprickor, eng. ”alligator crackings”, av tung belastning på mjukt underlag.....	37
<b>Diagram 4.2-1</b>	Kornfördelning hos <i>asfaltgranulat</i> från <i>förprovningen</i> . ....	12
<b>Diagram 4.2-2</b>	Analyserad bitumenhalt i <i>asfaltgranulat</i> från <i>förprovningen</i> . Bitumenemulsionsmassorna är inringade....	13
<b>Diagram 4.2-3</b>	Kornfördelning i extraherat stenmaterial från <i>förprovningen</i> av asfaltgranulat. Objekt nr 3 från Hurva faller lite utanför de övriga.....	13
<b>Diagram 4.3-1</b>	Analyserad total bitumenhalt i <i>nyttillverkad massa</i> och <i>beräknad halt</i> i returafalt. Bitumenemulsionsmassorna är inringade.....	15
<b>Diagram 4.3-2</b>	Kornfördelning för extraherat stenmaterial i massaprover från <i>tillverkningskontrollen</i> . Objekt nr 3 från Hurva faller lite utanför de övriga.....	16
<b>Diagram 4.5-1</b>	Analyserad <i>total bitumenhalt</i> i borrhärnor och <i>beräknad halt</i> i returafalt. Bitumenemulsionsmassorna är inringade.....	19
<b>Diagram 4.5-2</b>	Kornfördelning för extraherat stenmaterial i <i>borrprover</i> . Objekt nr 3 från Hurva faller lite utanför de övriga.....	20
<b>Diagram 4.5-3</b>	Hållrumshalt och densiteter i borrhärnade vägprover. Bitumenemulsionsmassorna är inringade. ....	21
<b>Diagram 4.5-4</b>	Pressdraghållfasthet (dragbrottvärde) och Töjningsmodul (styvhet), i borrhärnade vägprover. Bitumenemulsionsmassorna är inringade. ....	22
<b>Diagram 4.6-1</b>	Tillväxt av pressdraghållfasthet hos laboratorietillverkade provkroppar efter lagring i rumsmiljö.....	25
<b>Diagram 4.6-2</b>	Indirekt draghållfasthetsindex uppmätt på laboratorietillverkade prover efter ett år (objektnummer inom parentes). ....	26
<b>Tabell 1.3-1</b>	Gruppering av konventionella beläggningstyper och ROD-beläggningar. ....	3
<b>Tabell 4.1-1</b>	Sammanställning över objekt för provning och uppföljning. Objekt 3 och 5 utfördes med bitumenemulsion, övriga med ROD-bitumen. ....	10
<b>Tabell 4.3-1</b>	Sammanställning över objekt för provning och uppföljning. Objekt 3 och 5 utfördes med bitumenemulsion, övriga med ROD-bitumen. ....	14
<b>Tabell 5.1-1</b>	Sammanställning av viktiga resultatfaktorer. ....	27
<b>Figur 3.1-1</b>	Principskiss för tillverkning av RME till fordonsbränsle. Källa: Skeppsta Maskin AB , Örebro.....	7

## Sammanfattning

**Kallblandningstekniken har spelat en viktig roll i tillkomsten av det svenska vägnätet. Efter några år av tillbakagång lanseras nu ett nytt koncept. Det har likheter med äldre tiders produkter men har därtill en god miljöprofil och tekniska utvecklingsmöjligheter utöver vad som då var möjligt.**

1975 introducerades ett totalkoncept för kallteknik baserat på bitumenemulsioner. Det fungerar bra för tankbeläggningar men för massabeläggningar har resultatet varit skiftande. Bitumenpriset blev högt och emulsionsvattnet omöjliggjorde täta beläggningstyper, som är nödvändiga i vårt klimat. En speciell variant, AEB Ö, användes under en lång följd av år i olika sammanhang. Som bundet bärlager på grusbärlager passade beläggningen bra men inte i alltid som underhållsbeläggning och slitlager.

Genom empirisk utveckling skapades så småningom ett fullt dugligt massakoncept med bitumenemulsioner i form av asfaltåtervinning baserat på erfarenheter från återvinning av oljegrus. I den formen har intresset för kallblandningstekniken hållits vid liv fram till våra dagar.

I ATB VÄG finns en rad kallblandade beläggningstyper baserade på bitumenemulsioner. Det är en kvarleva från tidigt 1990-tal som inte har kommit till någon egentlig användning.

Många har sökt lösningar på den bitumenemulsionsbaserade kallblandningsteknikens nyckelfrågor. Intressanta tekniska uppslag har emellertid ofta stupat på kostnaderna. Vissa förhållanden, t ex massornas dåliga läggbarhet, tycks vara svåra att komma tillrätta med. En återgång till äldre tiders mjukgörande med fossilbaserade lösningsmedel, som var en fungerande kallteknik innan bitumenemulsionerna introducerades, är inte tänkbart, bl a av miljöskäl.

I det här läget introduceras biobaserade mjukgörare i form av rapsolja-derivat, ROD, som tycks ha samma reologiska egenskaper som fossilbaserade motsvarigheter men en gynnsammare miljöprofil. Utvecklingen har gått stadigt framåt sedan Göte Lindberg började använda tekniken i mitten av 1990-talet. Idag finns fungerande koncept för kallblandad och halvvarm återvinning och för lagringsbara lagningsmassor.

Konceptet är inte omgärdat av patent eller andra förhållanden som hindrar kompetenta vägbeläggare från att använda tekniken. Det finns patent som berör området men de är så utformade att det inte påverkar hanteringen i Sverige.

Inom Skanska har utvecklingen drivits så långt det går på egen hand. Föreliggande rapport redovisar dagsläget i form av samlade erfarenheter och undersökningar av ett antal utförda objekt. Detta är första steget i lanseringen av ett nytt synsätt på hur problem och behov inom kallblandningstekniken kan hanteras.

Objekten utfördes mellan 1999 och 2002. Inget av dem har ännu (2003) behövt något underhåll. Egenskaperna är än så länge jämförbara i beläggningar blandade med ROD-bitumen respektive bitumenemulsioner. Ett förhållande som kan få betydelse för beständigheten är att beläggningarna med ROD tillförts mer restbitumen än

emulsionsbeläggningarna. ROD-konceptet tillåter nämligen en högre bitumentillsats. Av erfarenhet vet man att det är gynnsamt för hållbarheten.

Nästa steg i lanseringsprojektet AmROD (Asfalt med ROD) är att öka kunskaperna om långtidseffekterna av ROD på bitumen och precisera specifikationerna för komponenten ROD och för tillverkningen. En särskild studie ska säkra att hanteringen inte tillför några miljöproblem. Projektet avslutas med demonstrationsobjekt baserade på det nya konceptet med anpassad proportionering och utförandeteknik och värdering av det vägtekniska och ekonomiska utfallet.



## 1. BAKGRUND

### 1.1 HISTORIK

Kallblandade vägbeläggningar med bitumen eller liknande material inledde massproduktionen av flexibla vägprodukter. Den process- och materialtekniska utvecklingen gick raskt framåt, framförallt inom varmmassatekniken, för att möta det ökade behovet av högkvalitativa vägbeläggningar. Det har inneburit att enklare tekniker, som kallblandade beläggningar representerar, kom att förbehållas lågtrafikerade vägar på platser där varmtmekniken antingen var för kostsam eller helt enkelt inte kunde levereras. Idag finns det inga sådana praktiska hinder för varmblandad massa på någon väg men likafullt lever intresset för kallblandningstekniken vidare. Det beror delvis på teknikens småskalighet men också på att hanteringen anses ha fördelar för den yttre miljön och upplevs positiv för arbetsmiljön. Det tål att diskuteras i vissa avseenden men uppfattningarna lever envist kvar. En årskostnadsanalys faller inte heller alltid ut till kallblandningsteknikens fördel. Det senare är kanske inte en relevant aspekt i alla lägen eftersom en beläggningsteknik kan vara det bästa valet av andra skäl än kostnadsmässiga, t ex det vägtekniska behovet och praktisk genomförbarhet i tid och rum.

Kallblandningstekniken som den lanserades 1975 kom under en lång följd av år att förknippas med bruket av *bitumenemulsioner*. Vägverket, vägentreprenörerna och leverantörer av maskiner och material arbetade entusiastiskt för att utveckla både produktionsteknik och produkter, vilket bl a resulterade i AEB Ö, Öppen Asfaltemulsionsbetong. Olika försök med täta graderingar föll inte särskilt väl ut. AEB Ö var inte heller utan problem, särskilt inte på högtrafikerade vägar och på hårda, täta underlag. AEB Ö fick inte vara kvar i vägmanualen VÄG 94 utan ersattes med ett nytt men oprövat produktkoncept, som skulle efterlikna Mjukasfalt (MJAB, MJAG och MJOG) men med bitumenemulsioner som bindemedel. Inte heller de här varianterna lyckades särskilt väl och fram till idag har mycket lite kommit till användning.

I en SBUF-rapport från år 2000 /6/, konstateras att AEB Ö fungerade bäst, och till och med riktigt bra, som bundet bärlager på grusunderlag. NCC har idag en kallblandad produkt, Viacomac, som har funktionella likheter med AEB Ö.

I den fasta övertygelsen om kallblandningsteknikens behövlighet satsade norska Statens vegvesen 1995 stort på att lösa alla problem i *Asfaltutvecklingsprojektet i Telemark (AUT)* /1/. Resultatet blev att problemens art och omfattning än en gång klargjordes men några enkla och verksamma lösningar fann man inte. Det beror på att själva utgångspunkten aldrig ifrågasattes, som är den grundläggande orsaken till problemen, nämligen bitumenemulsioner i kombination med täta graderingar. Brytningen (återskapandet av bitumen) och emulsionsvattnet utgör två oöverstigliga hinder i det sammanhanget.

Nynäs AB har utvecklat och verkat för en tekniskt intressant lösning under namnet *Nyrec* för kallblandad återvinning och *Nymix* för nytillverkad beläggning /2/. Det bygger på kontrollerad brytning av bitumenemulsionerna. Konceptet fungerar tekniskt men bedöms vara kostsamt för den typ av objekt som det rör sig om.

I FAS' (f d Föreningen för Asfaltbeläggningar i Sverige) *Asfaltbok /3/* står om kallblandade nytillverkade asfaltbeläggningar följande: "Tekniken med emulgerad bitumen som bindemedel i nytillverkad asfaltmassa får tills vidare betraktas som ett vilande projekt." Det sammanfattar dagsläget ganska väl.

Kallblandning av granulerad asfalt med bitumenemulsion blev en populär återvinningsmetod i slutet av 1980-talet och är det än idag. Det beror delvis på att det ordnar en nyttig kvittblivning av returafalt men också på att det blir en hygglig kallblandad beläggningens kvalitet, något som man länge strävat efter. Utgångspunkten var återvinning av oljegrus, som först gjordes med vägolja och sedan med bitumenemulsion. Emellanåt kom varmblandad asfalt med i returmassorna och det visade sig fungera ganska bra då också. Genom empiri utvecklades så småningom en teknologi för kallblandad återvinning av tidigare varmblandad asfalt med bitumenemulsion som bindemedel och där befinner sig tekniken idag. Under årens lopp har det ibland varit så och så med hållbarhet och kvalitativt utfall. Det beror till stor del på returafaltens skiftande kvalitet men också på emulsionernas oförmåga att väcka liv i den gamla asfalten.

I brist på framgång för kallblandad nytillverkning har den *halvvarma tekniken* vunnit terräng. Resultaterande beläggningens kvaliteter är närbesläktade och används på samma typer av vägar. Nytillverkningen har ofta fungerat bra men inte alltid återvinningen. Uppvärmningstekniken är som alltid ett problem i det här temperaturintervallet (50-120 °C). Ångvärme betraktades länge som en god lösning men också den har olägenheter. Framförallt den låga uppvärmningskapaciteten men också uppfuktningen av materialet begränsar säsongen och användningsområdet. Halvvarmt återvunnen tidigare varmblandad asfalt blir dessutom seg och svårlagd.

Det ska framhållas att bland problemfallen finns också många lyckade exempel. Bekymret är att "träffbilderna" är för dåliga för att de ska vara acceptabla i sammanhang där det begärs garantier. De ekonomiska marginalerna är inte av det slaget att man kan ta så pass många misslyckanden som trots allt förekommer.

## 1.2 ETT NYTT MATERIALKONCEPT

Tekniken med växtoljor och marina och animaliska fetter som konsistensgivare är välkänd från kosmetika- och livsmedelsindustrin. Det rör sig då inte om lösningar utan om dispersioner och de tål en ingående miljögranskning.

Göte Lindberg på Skanska började i mitten av 1990-talet använda rapsoljederivat, ROD, som tillsatsmedel och utvecklade ett koncept för kallåtervinning och lagningsmassa, baserat på *penetrationsbitumen*. Under senare år har tillämpningen utvidgats med *mjukbitumen*, bl a sedan man av miljöskäl slutat använda vägolja till oljegrus. Som lagringsbar lagningsmassa var oljegruset en viktig produkt för väghållarna och behövde ersättas med något likvärdigt.

Användningen i vägsammanhang är ganska ny men inte okänd internationellt. Det finns flera exempel i bland annat Japan, USA, Frankrike och Österrike. Om inget oförutsett dyker upp kan det nya konceptet bli en milstolpe inom vägtekniken av samma betydelse för massatekniken som introduktionen av bitumenemulsioner blev för ytbehandlingar på 1970-talet.

### 1.3 ALLMÄNNA ERFARENHETER

Beläggningar med ROD har utförts i full skala på vägar med betydande trafik men erfarenheten som slitlager är kort, bara några år. Resultaten är än så länge mycket lovande, framförallt för kallåtervinnningen, som man har mest erfarenhet av. Nyttillverkningen har hittills begränsats till lagningsmassa men där massorna levereras är efterfrågan stor.

Nyttillverkad kallblandad återvinningsmassa med ROD har snarare en *granulär karaktär* än viskös, vilket gör den lättare att lägga med flytande screed än massor som börjar klibba samman. Samtidigt kan massan upplevas som mindre sammanhållande i nylagt skick. Det fordras en anpassad vältnings- och sandningsteknik, inte minst när det gäller det kombinerade bruket av gummihjulsvält och stålvalsvält.

Det allmänna intrycket är att beläggningarnas hållfasthet växer långsammare den första tiden jämfört med emulsionsmassa utan att därför få de vanliga initialskadorna. Den färskas massan påminner i hanterbarhet om gamla oljegruset. Därefter växer hållfastheten till betydligt högre nivå än för oljegrus och påminner till slut om mjukasfalt.

Ett intressant förhållande är att man kan arbeta med hela registret av bitumenviskositet, från penetrationsbitumen till den mjukaste mjukbitumenvarianten. Eftersom massorna har en granulär karaktär under hanteringsmomentet har bitumenets hårdhet ingen betydelse för läggbarheten. Det här sade man också var fallet med bitumenemulsioner men verkligheten visade sig vara en annan när det gäller beläggningssmassor.

Tre typgrupper av ROD-beläggningar anges i följande matris tillsammans med jämförbara konventionella beläggningstyper:

Bitumensort	Beläggningstyp		
	Lagning	Flexibel	Styv
Mjukbitumen, V1500-V12000	MJOG, specialmassa	MJOG, MJAG, MJAB, ÅMJOG, ÅMJAG ÅMJAB	-
Penetrationsbitumen, 330/430-160/220	-	-	AG, ÅA

**Tabell 1.3-1** Gruppering av konventionella beläggningstyper och ROD-beläggningar.

### 1.4 BLANDNINGSTEKNIK

Emulsionstekniken kan inte kombineras med uppvärmning, även om det skulle visa sig behövt. Det strider mot själva grundtanken och är oftast ogörligt av ekonomiska skäl men det är inte heller materialtekniskt möjligt. Det nya ROD-konceptet har inga sådana begränsningar, tvärtom. Måttlig uppvärmning har visat sig ha god effekt. Det innebär att beläggningssmaterialen kan tillverkas i alla former av asfaltverk, med eller utan uppvärmning, stationära som mobila. Uppvärmning till högre nivåer kan bli aktuell

i ett senare skede (mjukgjord varmasfalt) men det omfattas för närvarande inte av projektet.

## **1.5 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR FRAMTIDEN**

Skanska har drivit utvecklingen med ROD så långt det går på egen hand. Det finns en kunskapsplattform att gå vidare från. Inga patent eller andra förhållanden utestänger någon kompetent beläggningsaktör från hanteringen. Det *finns* patent inom området i flera europeiska länder och i andra världsdelar men de är så utformade att det inte har betydelse i Sverige.

Det är inte fråga om nya vägbeläggningsprodukter utan en förbättrad teknik, som kan resultera i beständiga och funktionella kallblandade asfaltbeläggningar. Det har varit ett efterlängtat mål sedan ett kvartssekel tillbaka.

Växt- och animaliebaserade oljor och derivat är förnyelsebara och borde vara ett gott miljöval. Emulsionskonceptet har också en god miljöprofil men brytningsproblem kan ibland spela spratt med avrinning till omgivande marker och vattendrag. Det är mer ett nedsmutsningsproblem, som är besvärligt nog.

Den möjliga förlängningen av beläggningssäsongen som ROD-konceptet erbjuder är i sig minst lika intressant som de tekniska och ekonomiska aspekterna.

## 2. PROJEKTBSKRIVNING

### 2.1 SYFTE

Projektets avsikt är att *utreda och besvara frågor och vidareutveckla* den nya tekniken. Det innebär bl a anpassning av proportionering och hanteringsanvisningar för blandning och utläggning. Därmed öppnas vägen för en ny och allmänt tillgänglig beläggningsteknik. Målet är ett *effektivare utnyttjande* av råvaran returafalt och ett *bättre fungerande kalltekniskt komplement* till varmblandningstekniken.

### 2.2 ETAPPER OCH DELPROJEKT

Projektet delas in i tre etapper. Varje etapp består av tekniska delprojekt. Föreliggande rapport avser etapp 1. *Inventering och förstudier*, delprojekt 1.1 *Provning av utförda beläggningar*.

#### 1. Inventering och förstudie

##### 1.1 *Provning och redovisning av utförda beläggningar (föreliggande projekt)*

Från mitten av 1990-talet och framåt har Skanska utfört beläggningar baserade på användning av ROD. Sedan några år tillbaka finns återvunnen asfalt med olika slag av mjukbitumen och ROD på allmänna vägar i bl a Skåne. Delprojektet går ut på att beskriva utförandet och undersöka beläggningarna.

##### 1.2 *Bitumenstudier (kommande projekt)*

Det finns samband mellan den molekylära strukturen och egenskaper hos bindemedlet i form av viskositet, vidhäftningsförmåga och beständighet. En förutsättning för beläggningsteknikens utveckling är att man kan förklara effekterna av ROD på bitumen och på returafalt. Mättekniken har utvecklats och det finns möjligheter att beskriva vad som sker.

##### 1.3 *Miljöeffekter (kommande projekt)*

Den första reaktionen på ROD ur miljö- och hälsosynpunkt är positiv. Det rör sig om kända komponenter och ingenting tyder än så länge på några betydande negativa effekter. Den saken ska emellertid undersökas med en bedömning av emissioner och exponering i olika hanteringssteg. Det kommer att resultera i kompletterande hanteringsanvisningar i den mån de som redan existerar inte täcker in verksamheten.

#### 2. Demonstrationsobjekt (kommande projekt)

##### 2.1 *Proportionering*

Det finns metoder för proportionering av kallblandade och halvvarma återvinningsbeläggningar. De är inte direkt tillämpbara på beläggningar med ROD eftersom de komponeras efter andra förutsättningar och har en annorlunda hållfasthetstillväxt. Proportioneringen måste bygga på komponenternas egenskaper och på recept i kombination med funktionell provning. Möjligheten till accelererad konditionering ska undersökas.

## 2.2 *Utförande av försöksobjekt*

De första erfarenheter av utförda objekt och genomförda utredningar kommer att prövas på fullskaliga beläggningsobjekt. Det kommer att ske antingen som delar i upphandlade entreprenader eller på särskilt upphandlade objekt.

## 3. **Uppföljning (kommande projekt)**

Prover tas för att beskriva beläggningsarnas hållfasthetsutveckling och för att återspegla förändringen av bitumenet. Samtidigt studeras vägytornas tillstånd.

## 2.3 **DELTAGARE OCH FINANSIERING**

Per Tyllgren, Skanska i Malmö, leder projektet med hjälp av företagets kunskapsresurser och med finansiellt bistånd från SBUF, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond.

De undersökta massabeläggningarna tillverkades med Skanskas kallblandningsverk inom Asfalt och Betong Syd. Beläggningarna lades ut av flera läggarglag inom samma organisation.

Göte Lindberg ansvarade för tillverkningen och för ROD-produkten, tillsammans med Greger Lindberg och Håkan Pålsson. Åsa Leandersson stod för provning och receptunderlag.

Föreliggande rapport har recenserats och justerats av en lång rad personer inom Vägverket, NCC, Nynäs och Skanska.

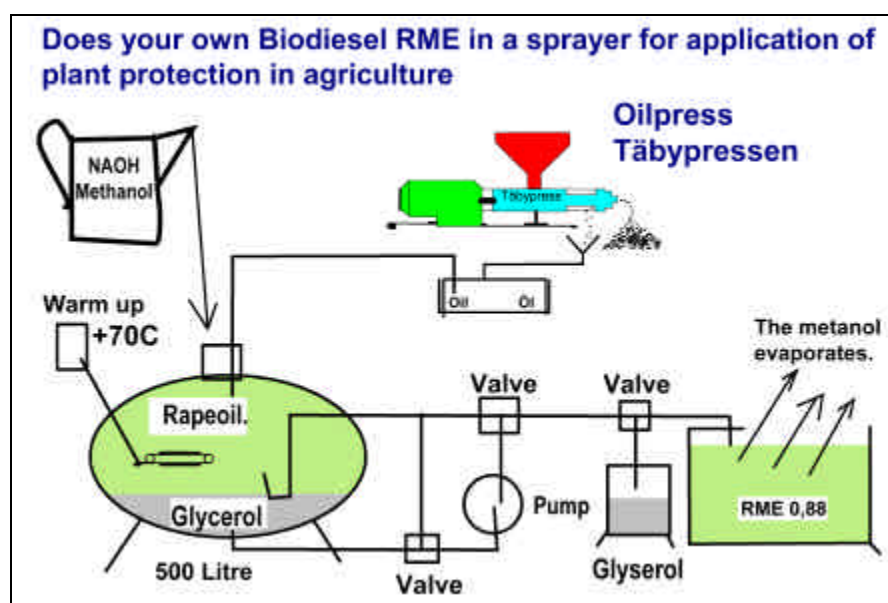
Engagerade beställare och aktörer kommer fortsättningsvis att bilda stödgrupper kring återstående delprojekt i den takt de kommer till utförande.

### 3. TILLVERKNING AV BELÄGGNINGAR

#### 3.1 PRODUKTION AV RAPSOLJEDERIVAT, ROD

Rapsoljederivat, ROD, är den allmänna beteckningen på rapsolja-baserade produkter, som ofta handlar om RME, rapsmetylester. Rapsolja fås genom kallpressning av oljeväxter som raps och ryps. Den kan vara olika raffinerad och kan bestå av olika blandningar, beroende på användningsområdet. Till fordonsbränsle kan rapsolja blandas med diesel eller med metanol till RME. Av den senare varianten gör man ROD för användning i asfalttillverkning.

Produktionen av rapsolja och ROD är förhållandevis enkel och kan vara småskalig. Följande beskrivning gäller tillverkning av RME som fordonsbränsle för eget bruk.



**Figur 3.1-1** Principskiss för tillverkning av RME till fordonsbränsle.  
Källa: Skeppsta Maskin AB, Örebro

Recept och behandling varierar beroende på vilka egenskaper som eftersträvas. Än så länge finns inga allmänna specifikationer. Tillverkare och konsumenter gör egna kravprofiler för respektive användning.

#### 3.2 RAPSOLJANS OMEDELBARA VERKAN PÅ BITUMEN

För att bindemedel och stenmaterial ska kunna blandas måste bindemedlet vara tillräckligt visköst (lättflytande). Viskositeten hos bituminösa material är starkt temperaturberoende, vilket utnyttjas i den varma asfalttekniken. I äldre former av kallblandningsteknik mjukgjordes bindemedlet med hjälp lösningsmedel, som sedan avdunstade. Ett bättre alternativ, inte minst av miljöskäl, är att minska viskositeten med

hjälp av rapsolja som dispergerande förmåga. Försök har visat att normal ROD-kvalitet har ungefär samma verkan på bitumenets viskositet som fossilbaserade oljor.

Tester på blandningar som förvarats i behållare i flera månader uppvisar inga förändringar av viskositeten. Rapsolja som hamnar i naturen brukar annars betraktas som nedbrytbar, dvs bli till vatten, koldioxid och hartsliknande restprodukter. En teori är att samma sak händer i asfaltbeläggningarna men det återstår att visa.

En enstaka provning av nyttillverkad asfaltmassa gjord på ROD-bitumen uppvisade en kraftig förhårdning av bitumenet. Liknande förhårdningar har emellertid också observerats med vakumdestillerad olja utan ROD-inblandning. Vad som händer med ROD och hur ROD och fossilbaserade oljor verkar på bitumen blir föremål för närmare studier i kommande projekt.

### 3.3 RAPSOLJANS VERKAN PÅ ASFALTMASSA

Det finns två typfall av ROD-massor: nyttillverkning respektive återvinning. Gemensamt för båda fallen är att massorna kan lagras under kortare eller längre tid före utläggning.

Med äldre tiders bitumenlösningar respektive bitumenemulsioner bestämdes massans hanterbarhet av bitumenets viskositet. I fallet med ROD har det inte samma betydelse eftersom bruket inte hänger ihop på samma sätt. Tillsammans med finmaterial bildas istället granuler, som bara måttligt häftar samman så länge de är i rörelse.

Vid asfaltåtervinning finns ytterligare en komponent som påverkar utfallet nämligen raturasfalten. Det är känt att ROD och rapsolja har en dispergerande verkan på vissa ämnen, t ex gummi och ny bitumen. Det finns skäl att tro att ROD har motsvarande verkan på gammalt bitumen, vilket skulle förklara tillväxten i hållfasthet efter någon tid. Eftersom den empiriska erfarenheten av konceptet med mjukbitumen och ROD är kort saknas kunskap om långtidseffekterna. Detta kommer att undersökas i efterföljande arbeten.

Ett vanligt begrepp i asfaltsammanhang är *vidhäftning* mellan bitumen och stenmaterial. I kallblandningar brukar man tillsätta olika ämnen, t ex aminer eller hydrauliska bindemedel (cement eller kalk) för att förbättra bindningen. För att inte skapa onödiga prejudikat, både av ekonomiska och miljömässiga skäl, avvaktas först resultaten från fältet. Hittills finns inga tecken på att det behövs några tillsatsmedel vid återvinning. Nyttillverkade lagningsmassor har ännu inte studerats i det här avseendet.

### 3.4 KALLBLANDNING

Bitumenblandningen med ROD är alltså inte en ny beredning eller produkt ur märknings- eller hanteringssynpunkt utan ett processtekniskt hjälpmedel jämförbart med vidhäftningsmedel. Tillsatsen med ROD kan göras på flera sätt men det vanligaste är att det sker i blandarverkets lagertank under uppfyllning. ROD och bitumen blandar sig normalt mycket snabbt.

Blandningen med stenmaterialet görs på konventionellt sätt i ett kallblandningsverk eller i vilken typ av asfaltblandare som helst. Nyttillverkad lagningsmassa, som hittills blandats i konventionella varmassaverk, läggs normalt i upplag för en viss tids



förvaring. Kallblandad returafalt anses må bra av något dygns lagring, så att effekten av ROD hinner komma igång.



**Bild 3.4-1** Skanskas kallblandningsverk med kontinuerlig blandare av typ Lucksta. Verket användes till samtliga undersökta vägbeläggningar.



**Bild 3.4-2** Skanskas varmmassaverk i Dalby, Skåne, med möjlighet till både varm och kallblandad asfaltåtervinning.

## 4. PROVNING AV UTFÖRDA BELÄGGNINGAR

### 4.1 UPPFÖLJNINGSOBJEKT

Efter ett par säsonger med provning av olika recept och utföranden kände man sig mogen för externa entreprenaduppdrag. Under 2001 och 2002 utfördes beläggningar både med ROD-bitumen och emulsionsbeläggningar. Ett urval bland dessa tillsammans med ett från 1999, sammanlagt 6 objekt, undersöktes med analyser och provningar. Alla utom två gjordes på uppdrag av Vägverket.

Nr	Ort	Vägnr	Uppdragsgivare	År	Längd	Bredd	Trafikmängd
1a	Åstorp	Infart/lageryta	Skanska	-01	50	40	ÅDT <sub>k, tung</sub> 100
1b	Åstorp	Backe	Skanska	-01	300	6	ÅDT <sub>k, tung</sub> 100
2	Simrishamn	Bäckhalladalen	Simrishamns kn	-01	900	3	ÅDT <sub>tot</sub> 50
3	Hurva	1117	Vägverket Skåne	-01	1700	4,6	ÅDT <sub>tot</sub> 50
4	Osby	1953	Vägverket Skåne	-02	4300	5,8	ÅDT <sub>tot</sub> 530
5	Osby	1953	Vägverket Skåne	-99	4433	5,9	ÅDT <sub>tot</sub> 530
6	Boalt	2122	Vägverket Skåne	-02	4800	6,3	ÅDT <sub>tot</sub> 390

**Tabell 4.1-1** Sammanställning över objekt för provning och uppföljning. Objekt 3 och 5 utfördes med bitumenemulsion, övriga med ROD-bitumen.

## BILDER PÅ UPPFÖLJNINGSOBJEKT I OKTOBER / NOVEMBER 2003

1a. Åstorp, V12000/ROD, -01



1b. Åstorp, V3000/ROD, -01



2. Simrishamn, V1500/ROD, -01



3. Hurva, BE60M/V1500, -01



4. Osby, V1500/ROD, -02



5. Osby, BE60M/V1500, -99



6. Boalt, V1500/ROD, -02



## 4.2 PROPORTIONERING

Tillverkningen föregicks av receptbaserad proportionering för kallåtervunnen asfalt enligt ATB VÄG, vilket innefattar:

- Analys av granulätfördelning
- Analys av bitumenhalt och extraherad grussammansättning i returafalten
- Val av inblandad bitumenkvalitet och mängd.

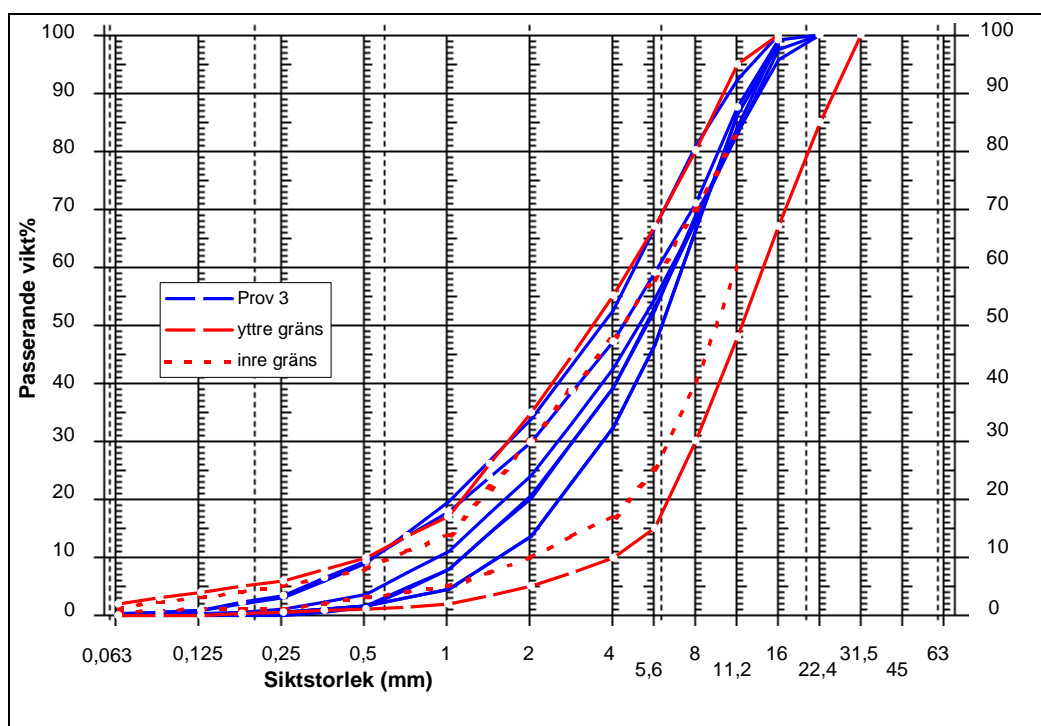


Diagram 4.2-1 Kornfördelning hos *asfaltgranulat* från *förprovingen*.

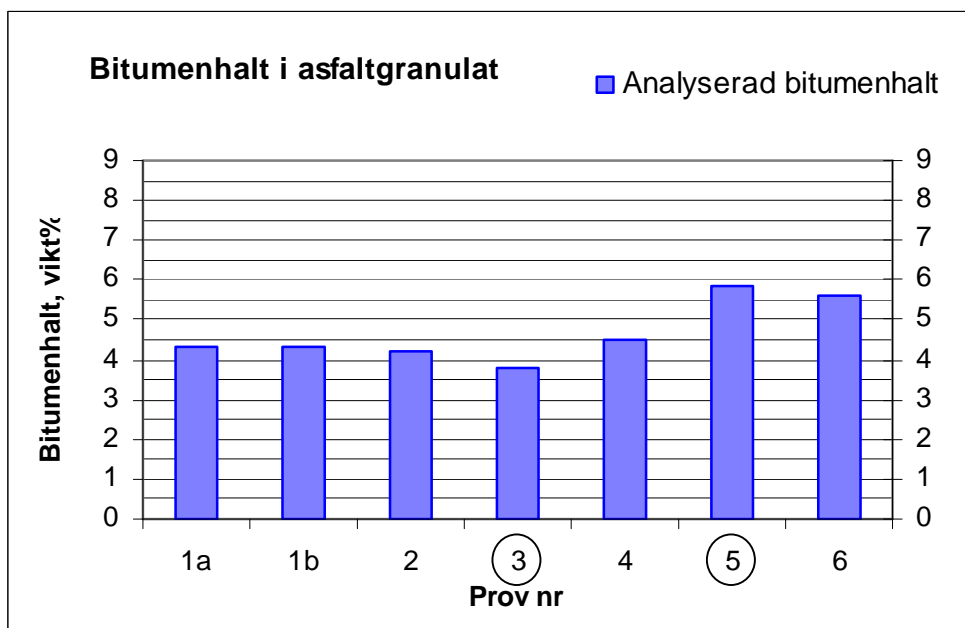


Diagram 4.2-2 Analyserad bitumenhalt i *asfaltgranulat* från *förprovnigen*. Bitumenemulsionsmassorna är inringade.

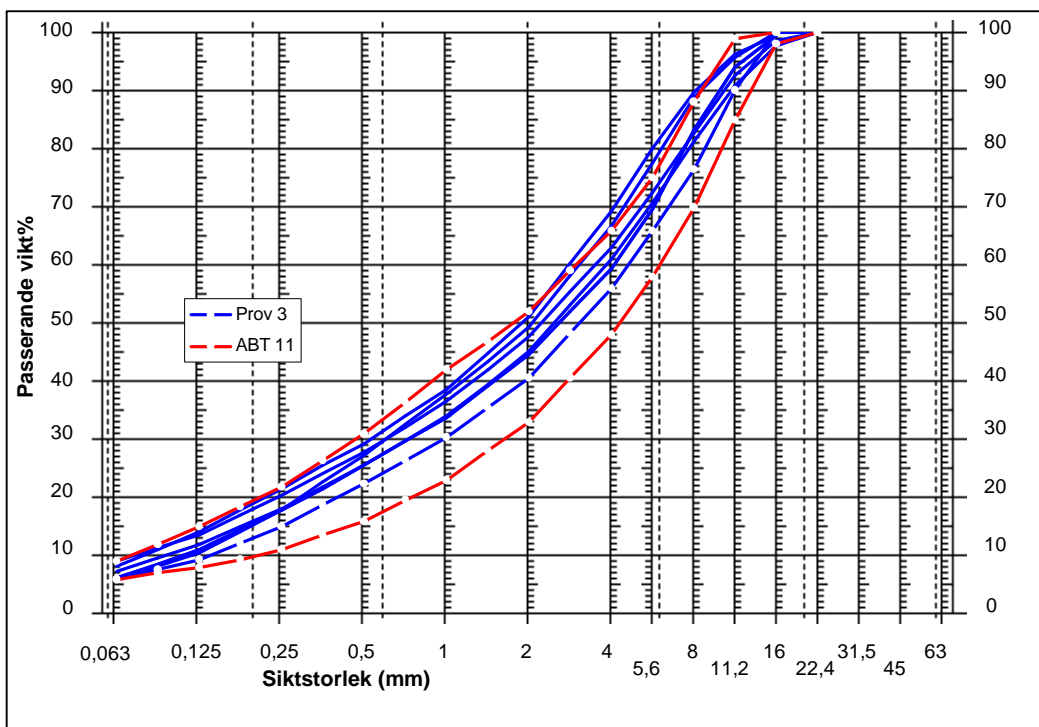


Diagram 4.2-3 Kornfördelning i extraherat stenmaterial från *förprovnigen* av asfaltgranulat. Objekt nr 3 från Hurva faller lite utanför de övriga.

De redovisade korngraderingarna är medianvärden för respektive objekt.

Upplagen kan vara mycket varierande och har ett utseende som motsvarar borttagningssättet. Frästa slitlager brukar därför vara ganska jämna i sammansättningen (förutom tankbeläggningar). Först när retur-asfalten har krossats färdig är den tillräckligt homogen för att kunna provas. Eftersom blandningsarbetet brukar ta vid strax efter krossningen är det ont om tid för proportionering. Produktionen har oftast kommit igång och är inte sällan slutförd när resultaten är klara. Det som hinner göras med någon större säkerhet före produktionsstarten är en sammansättningsanalys.

Retur-asfalten kommer från olika vägar och består av krossad uppgrävd asfalt utom på objekten Boalt och emulsionsbeläggningen i Osby från 1999, där retur-asfalten innehöll fräsmassor och/eller ytbehandling. Detta var också fallet i Boalt, vilket kom att orsaka feta, svårlagda massor, trots minskad tillsats av bitumen. Eventuellt skulle grusmaterial blandats in för att ”torka upp” massorna. Det brukar å andra sidan resultera i ”vita stenar”, dvs tillfört stenmaterialet blir inte täckt av bitumen under blandningen. Betydelsen av detta är omtvistad. Ett faktum är emellertid att upplaget med retur-asfalt drygas ut och tar längre tid att förbruka. Om retur-asfalthögen inte skulle räcka utan ändå måste kompletteras med nytillverkad asfaltmassa eller om beläggningens kvalitet vinner på tillsatsen (t ex bättre läggbarhet, jämnhet och stabilitet) bör inblandning av ett lämpligt graderat stenmaterial ändå övervägas.

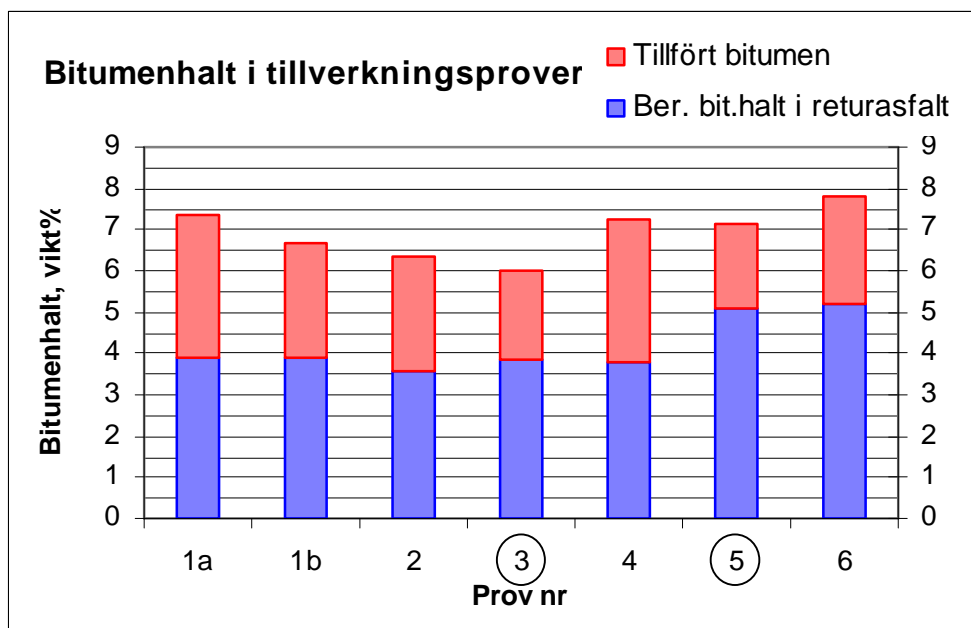
### 4.3 PRODUKTIONSKONTROLL

Åtgången av blandade materialmängder registrerades under produktionen:

Objekt nr:	Ort/plats för uppställning	Blandat material				Utlagt		
		Datum	Bitumen		Retur-asfalt	Vägnr	Beteckning beläggning	Underlag B/O <sup>**)</sup>
			Typ	Mängd				
1a	Åstorps Makadam	2001-04-24--25	V12000	8,0	222	Infart/lageryta	KALLrec16	B/O
1b	Åstorps Makadam	2001-04-24--25	V3000	5,8	201	Backe	KALLrec16	O
2	Simrishamn/kommunförråd	2001-04-18--20	V1500	18,9	654	Bäckhalladalen	KALLrec 16	O
3	Gårdstånga/vägarbete	2001-05-16--20	BE60/1500	123,5	3732	1117	ÅA-ATB VÄG	O
4	Osby	2002-04-22--26	V1500	100,3	2812	1953	KALLrec 16	B
5	Hässleholm/Halls Betong	1999-08-09--26	BE60/1500	88,7	2888	1953	ÅA-ATB VÄG	B
6	Boalt/sågindustri	2002-04-09--17	V1500	93,8	3479	2122	KALLrec 16	B

<sup>\*\*)</sup>Bundet/Obundet

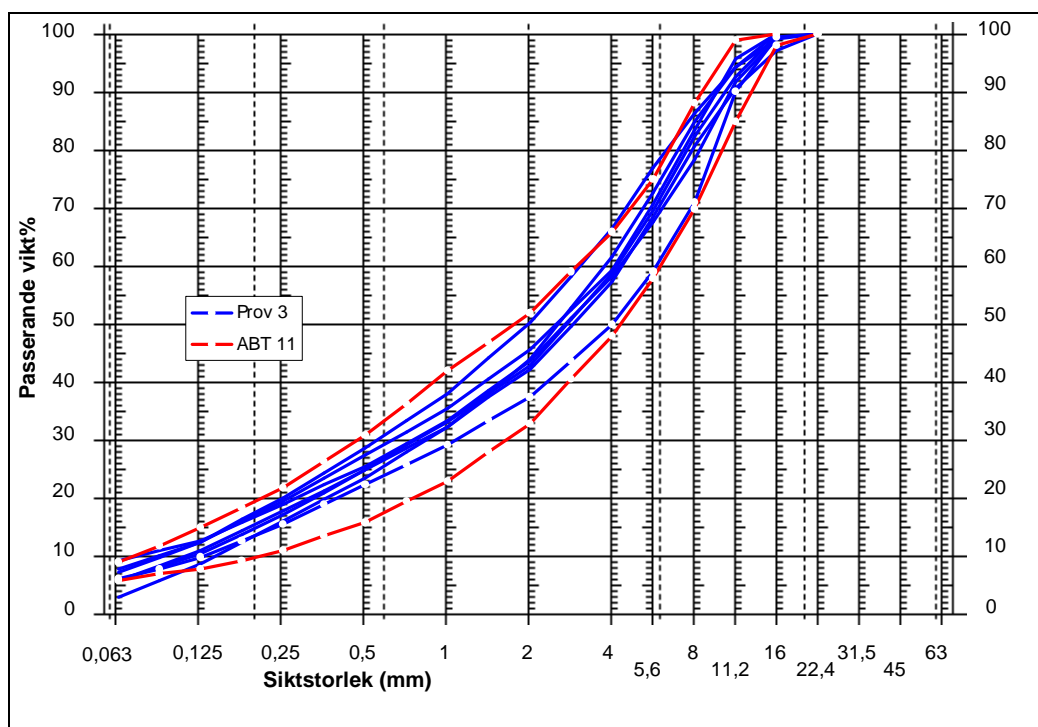
**Tabell 4.3-1** Sammanställning över objekt för provning och uppföljning. Objekt 3 och 5 utfördes med bitumenemulsion, övriga med ROD-bitumen.



**Diagram 4.3-1** Analyserad total bitumenhalt i *nytillverkad massa* och *beräknad halt* i returafalt. Bitumenemulsionsmassorna är inringade.

Den optimala mängden bitumen ur ekonomisk och teknisk synvinkel är högre för ROD-bitumen än för bitumenemulsioner i kallblandade massor. Därav det större bitumentillskottet för ROD-massorna.

Det är svårt att bedöma bitumenhalten i returafalt i upplag före krossningen. Det går betydligt lättare i färdigkrossat material, som förutsätts vara ganska homogent. Problemet är att produktionen av asfaltmassa brukar starta omedelbart efter krossningen. Efter massatillverkningen kan returafaltens sammansättning beräknas ganska säkert, eftersom tillförda material kontrolleras noga via doseringsinstrument och följesedlar. Bitumerninnehållet i asfaltgranulatet överskattades något från förprovnings jämfört med det i efterhand beräknade, utom för objekt nr 3 (jmf **Diagram 4.2-2**).



**Diagram 4.3-2** Kornfördelning för extraherat stenmaterial i massprover från *tillverkningskontrollen*. Objekt nr 3 från Hurva faller lite utanför de övriga.

Som i VTIs undersökningar, bl a redovisade i *Handbok för återvinning av asfalt /4/*, ligger korngraderingarna i extraherat grusmaterial väl samlade. De kan beskrivas som ABT 11, trots att det ursprungligen funnits ännu grövre materialtyper i vägöverbyggnaden. Det kan bero på nedmalning av stenmaterialet under asfaltkrossningen. Vanligtvis siktas asfaltklumparna på 16-22 mm siktdukar och då måste de inneslutna stenarna helt enkelt vara mindre. Endast objekt nr 3, Hurva, med bitumenemulsion faller något utanför ramen. Förklaringen kan vara att returafalten kommer från uppgrävning av ett avsnitt på väg E22 med relativt nya stenrika slitlager och en del bärlagergrus.

De redovisade korngraderingarna är medianvärden för respektive objekt.



#### 4.4 PROVNINGSMETODER

Under hösten 2003 togs borrprover från samtliga utvalda uppföljningsobjekt.



**Bild 4.4-1** Borrning för objekt nr 1b (Åstorp, backe) med ROD-bitumen.



**Bild 4.4-2** Borrkärnorna förvarades i plaströrshalvor innan de provades.

Borrkärnorna undersöktes på följande sätt:

- bitumenhalt
- extraherad grussammansättning
- hålrumshalt
- pressdraghållfasthet och styvhet.

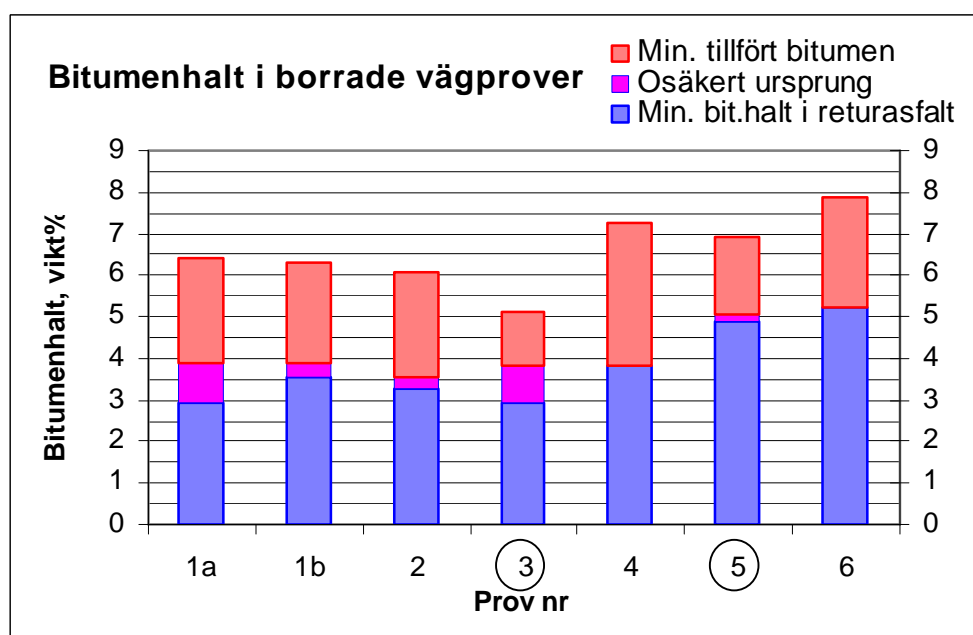


**Bild 4.4-3** Mätning och vägning av provkroppar.

## 4.5 PROVNINGSRESULTAT

### 4.5.1 Bitumenhalt

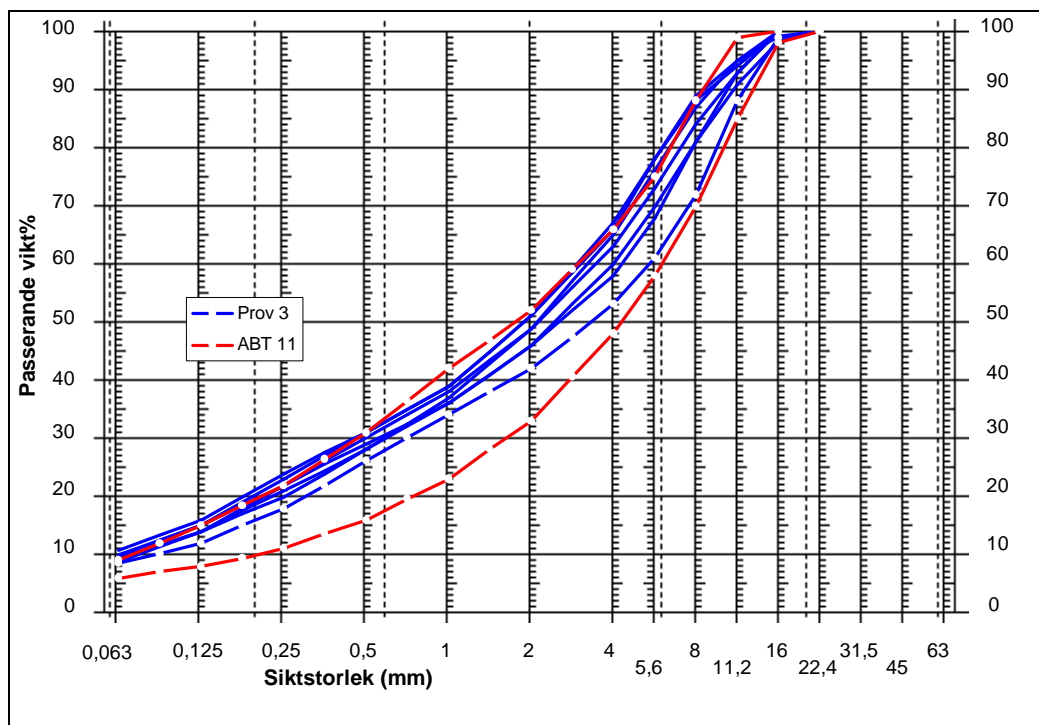
Bitumenhalten bestämdes i uppborrade provkroppar. Med hjälp av produktionsdata över tillförd bitumen beräknades bitumeninnehållet i returafalten.



**Diagram 4.5-1** Analyserad total bitumenhalt i borrhärnor och beräknad halt i returafalt. Bitumenemulsionsmassorna är inringade.

Eftersom borrhärnorna representerar mycket små massavolymer från två provtagningsplatser på varje objekt ska man inte förvänta sig absolut överensstämmelse med tillverkningskontrollen (jmf **Diagram 4.3-1**). Detsamma gäller tillbakaräknad bitumenhalt i returafalten och tillförd bitumen. Stapeldelen som anger osäkert ursprung kan vara av endera slaget. Överlag är överensstämmelsen god, möjligen med undantag för objekten 1a och 3.

#### 4.5.2 Extraherat stenmaterial



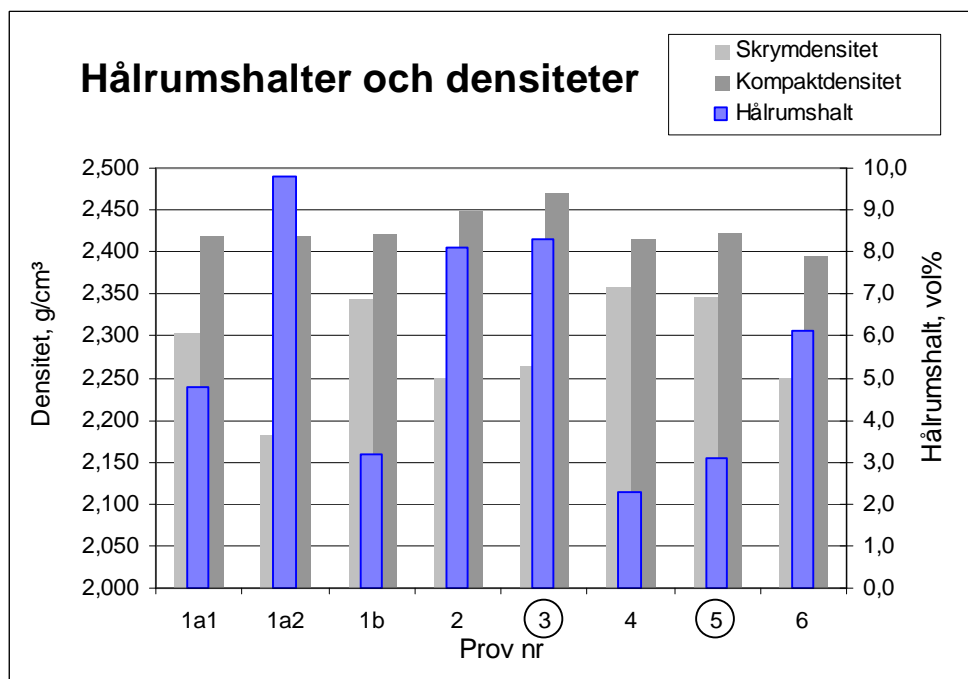
**Diagram 4.5-2** Kornfördelning för extraherat stenmaterial i *borrprover*.  
Objekt nr 3 från Hurva faller lite utanför de övriga

Korngraderingarna överensstämmer ganska väl med förprovningen (**Diagram 4.2-3**) och tillverkningkontrollen (**Diagram 4.3-2**), så när som på en högre finandel. Det kan bero på påkänningar under årens lopp och borrningen av provet.

De redovisade korngraderingarna är medianvärden för respektive objekt.

### 4.5.3 Hålrums halt

Skrymdensiteterna i de borrade vägproverna bestämdes utan paraffin. Det innebär att de redovisade hålrumsvärdena kan ligga något under verkliga värden men det rör sig om mindre än 0,2 vol%.

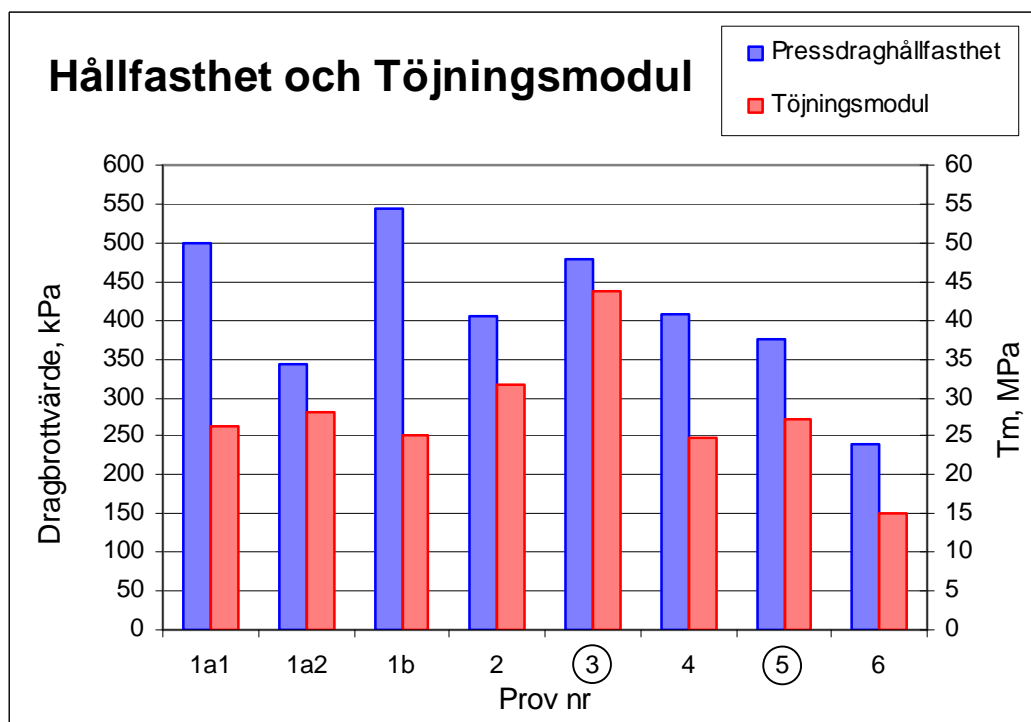


**Diagram 4.5-3** Hålrums halt och densiteter i borrade vägprover.  
Bitumenemulsionsmassorna är inringade.

Objekt nr 1a1 motsvarar 1a i det föregående. Nr 1a2 kommer från en obelastad yta, därav den höga hålrums halten. Den kan sägas representera en nylagd beläggning med relativt lätt packning. Ytorna nr 2 och 3 har utsatts för det minsta trafikarbetet (dessutom på ett eftergivligt grusunderlag) och de övriga för ungefär samma efterpackning från trafiken. Hålrums halten för yta nr 6 borde ha legat betydligt lägre med tanke på den höga bitumenhalten och beläggningens utseende. Det kan röra sig om inneslutna hålrum som finns i det feta bruket och som inte låter sig komprimeras.

### 4.5.4 Hållfasthet

Beläggningens sammanhållande förmåga mäts med *Pressdraghållfasthet*, (ett dragbrottvärde), och ett styvhetsmått, *Töjningsmodul*. Metoden gör inte anspråk på att efterlikna verkliga påkänningar eller värdera materialens allmänna duglighet som vägmaterial. Den ska ses som ett hjälpmedel för att beskriva förändringar och jämföra snarlika beläggningmaterial i just det avseende som provas, nämligen klyvning av en cylindrisk provkropp på högkant. Det finns exempel på beläggningmaterial som överhuvudtaget inte kan mätas pga låg sammanhållning, t ex oljegrus, men som ändå fungera bra för ändamålet.



**Diagram 4.5-4** Pressdraghållfasthet (dragbrottvärde) och Töjningsmodul (styvhet), i borrade vägprover. Bitumenemulsionsmassorna är inringade.

I nytilverkad asfalt beror brottvärdet på mängden bruk och brukets styvhet. Beläggningens styvhet påverkas också av brukets styvhet, som i sin tur betingas av mängden bitumen och bitumenets viskositet (hårdhet). Brottvärdet påverkas också av massans komprimeringsgrad (packning) och täthet (hålrumshalt) vid maximal packning. Beläggningarna har trafikerats länge nog för att de ska anses maximalt komprimerade, bortsett från objekt nr 1a2 i tabellen, som inte utsatts för någon trafik alls.

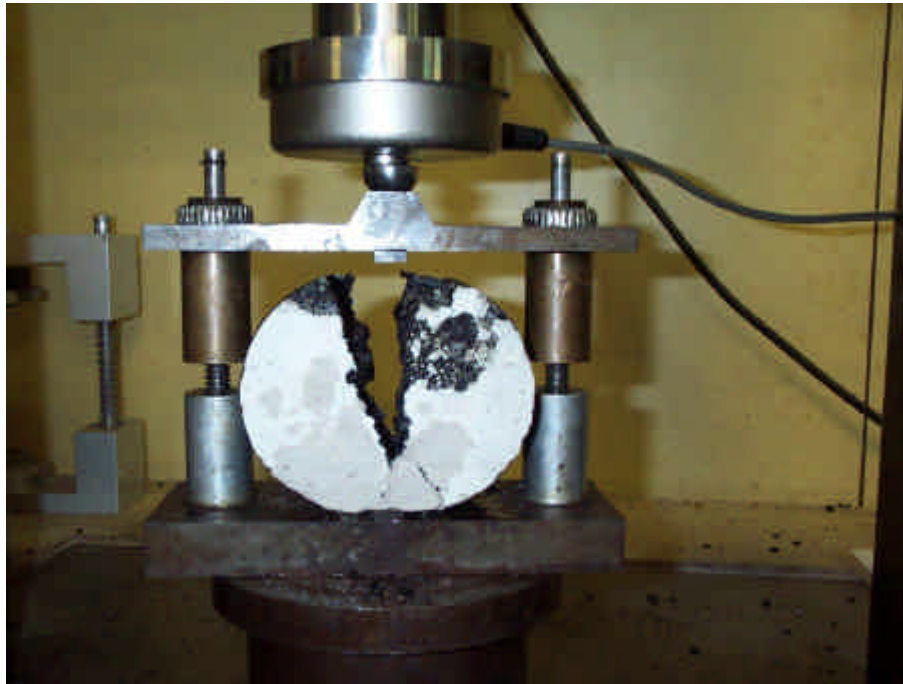
#### 4.6 TIDIGARE UTFÖRDA LABORATORIEFÖRSÖK

Samtidigt med utförandet av vägobjekten 2001 tillverkades provkroppar av samma massor. Någon dag efter blandningen av massan tillverkades provkropparna med en gyrokompaktor (300 varv, 30 varv/min., 0,6 MPa, 1,25 °).



**Bild 4.6-1** Gyrokompaktor.

Provkropparna fick ligga i rumsmiljö och testades med pressdragprovning vid olika tidpunkter under ett års tid.



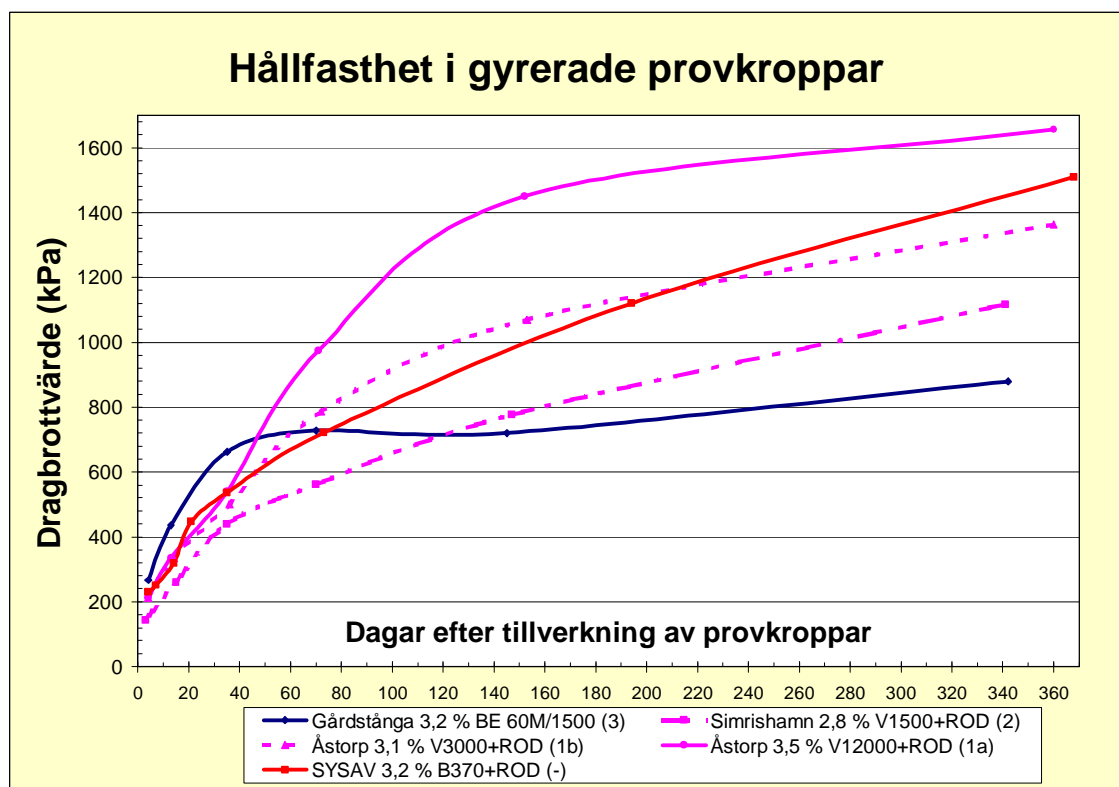
**Bild 4.6-2**    Pressdragprovning av provkropp.



**Bild 4.6-3**    Gyrerade provkroppar, testade och i avvaktan på pressdragprovning.



Provresultaten kompletteras med en motsvarande undersökning av kallblandad återvinning på avfallsföretaget SYSAV i Malmö under år 2000. Inblandat bitumen var i det fallet B370.

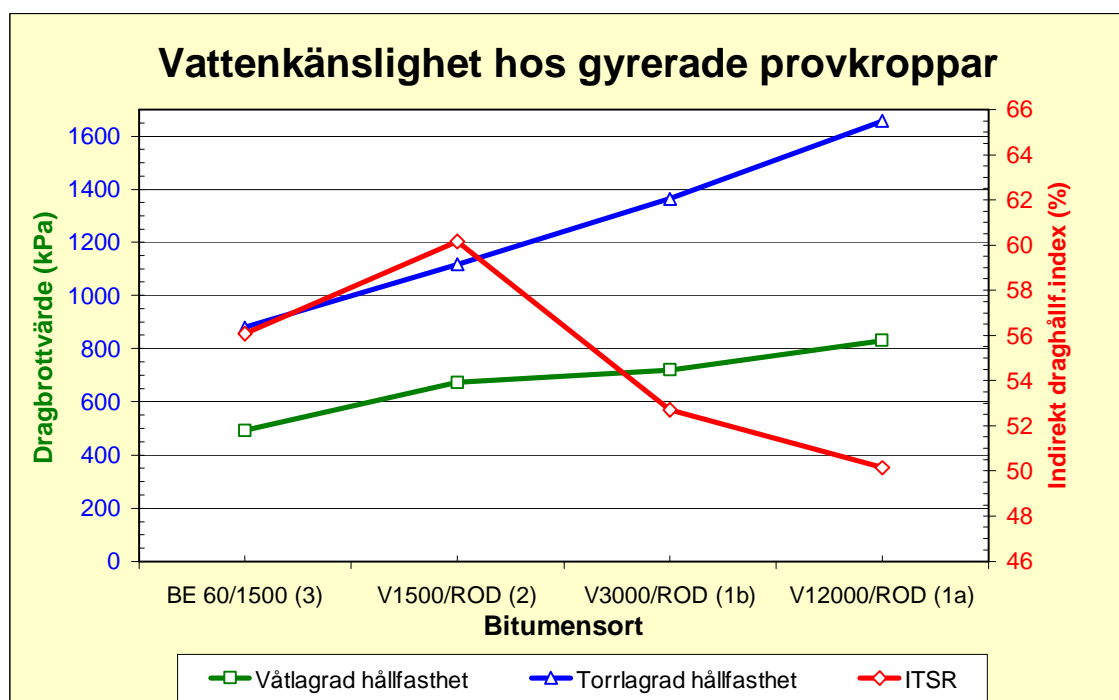


**Diagram 4.6-1** Tillväxt av pressdraghållfasthet hos laboratorietillverkade provkroppar efter lagring i rumsmiljö.

Värdena ligger avsevärt över de som uppmätts på provkroppar från vägen. Det kan förklaras av det intensiva knådningsarbetet som gyrokompaktorn utsatte materialen för och faktorer i rumsmiljön (hög, jämn temperatur och torr luft) som befrämjar utvecklingen av bitumenets uppstyvning och brukets sammanhållning. Resultaten illustrerar emellertid grundläggande skillnader mellan ROD-bitumen och bitumenemulsion och effekten av olika ROD-bitumenkvaliteter.

Emulsionsmassans hållfasthet växer till snabbast i början men planar sedan ut i under resten av året. ROD-massornas långsamma start stämmer med intrycken från vägen. Det är samtidigt gynnsamt för läggbarheten. ROD-bitumen innehåller ungefär samma mängd ROD (5-7 %) medan B370 innehåller betydligt mer (ca 20 %), vilket kan förklara den långsammare tillväxten. Det skulle innebära att egenskaperna hos ROD-bitumen är ganska oförändrade under tillväxtförloppet. Förändringarna skulle kunna vara effekten av en gradvis sammansmältning av ROD-bitumen och den gamla asfalten.

I slutet av provningsperioden, efter nära ett år, testades vattenkänsligheten (Indirekt draghållfasthetsindex, ITSr) på återstående provkroppar (SYSAV-proverna hade tagit slut).



**Diagram 4.6-2** Indirekt draghållfasthetsindex uppmätt på laborietillverkade prover efter ett år (objektnummer inom parentes).

Skillnaden mellan BE 60/1500 och V1500/ROD förklaras sannolikt av en högre bindemedelshalt i returafalten i det senare fallet och av mer tillförd V1500. Trots ännu mer tillförd bitumen för V3000 och V12000 minskar ITSr (kvoten mellan värdet för våtlagrad respektive torrlagrad provning), vilket visar att mjukare bitumen påverkas mindre av fukten. Kravet enligt ATB VÄG är ett ITSr-värde på minst 60 % för slitlager och 50 % för bärlager. Det finns emellertid inga tecken ute på vägytorna att V3000/ROD eller V12000/ROD skulle ge sämre sammanhållning eller ”vidhäftning” jämfört med övriga beläggningar.

## 5. SLUTSATSER OCH KOMMENTARER

### 5.1 ALLMÄNT

Utfallet av ett beläggningsarbete beror på många samverkande faktorer. Följande sammanställning finns representerade i den här studien men bygger på ett par decenniers erfarenhet av kallblandad asfaltåtervinning.

FAKTORER SOM PÅVERKAR EGENSKAPER OCH BESTÄNDIGHET HOS KALLBLANDAD ASFALTÅTERVINNING		
Returasfalt	1	Beläggningstyp eller blandning av olika beläggningstyper
	2a	Mängd gammal bitumen
	2b	Hårdhet hos gammal bitumen
	3a	Mängd uppgrävt grusmaterial
	3b	Gradering hos uppgrävt grusmaterial
	4	Krossning
Objektet	5	Underlag
	6	Påkänningar
	7	Belägenhet
Proportionering	8a	Mängd nytt bitumen
	8b	Viskositet hos nytt bitumen
	9a	Mängd tillfört grusmaterial
	9b	Gradering hos tillfört grusmaterial
	10	Maximal täthet
Blandning	11	Homogenitet
	12	Läggbarhet
	13	Komprimerbarhet
Utläggning	14	Preparering av underlag
	15	Spridning
	16	Komprimering
	17	Efterbehandling
Åldring	18	Bitumenets förändring
	19	Töjningar och spänningar
	20	Slitage

**Tabell 5.1-1** Sammanställning av viktiga resultatfaktorer.

Faktorernas betydelse kan inte rangordnas generellt och resultatet av en faktorförändring är inte alltid detsamma. Kombinationen av olika förhållanden i en given situation avgör. Det går att göra formler som förutsäger utfallet men det förutsätter sedan en komplett uppsättning korrekta ingångsvärden från det aktuella fallet för att det ska vara någon mening.

## 5.2 RETURASFALT

### 5.2.1 Beläggningstyper

Det finns i huvudsak tre typer av beläggningar som har betydelse för karakteriseringen av returasmfalt:

- asfaltbetong
- mjukasfalt
- (mjukt) oljegrus.

Den sistnämnda finns i en äldre form med vägolja och i en senare variant med mjukbitumen. Mjukasfalt är ett mellanting av asfaltbetong och oljegrus som tillverkas mellan 50 och 120 °C. Man bör veta vilken beläggningstyp som returasmfalten huvudsakligen består av.

En annan viktig kategorisering är om returasmfalten är

- grävd

eller

- fräst.

Grävd asfalt brukar bestå av en blandning av slitlager och bundna bärlager. Det gör dem lite "torrare" och grövre i stengraderingen. Fräsmassor är ofta bindemedelsrika ("feta") slitlager av lite yngre datum. Sammanhållningen och dammfriheten i fräsmassorna har gjort dem populära som ett ospecificerat "lagningsgrus". Om de egenskaperna är de viktiga finns det inga problem. Om vägbeläggningen dessutom ska vara jämn och stabil är enbart fräsmassor inte alltid en bra råvara. I de flesta fallen måste frästa massor kompletteras med andra material om de ska duga till ytära beläggningsslag under trafik. Undantag är den gamla typen av oljegrus och motsvarande materialslag. Fräsmassor ska normalt betraktas som ett tillskottsmaterial och komponent i vägbeläggningssammanhang och inte som ett huvudsakligt råämne.

På (och även under) beläggningarna kan ligga olika slag av

- tankbeläggningar.

Frästa tankbeläggningar, i synnerhet planfrästa, kan vara mycket bindemedelsrika och svårhanterliga, både praktiskt och i proportioneringen. Här är det viktigare än för vanliga fräsmassor att de blandas med andra material i form av krossad asfalt och grusmaterial. Det gäller alla former av asfaltåtervinning om slutprodukten ska bli hanterbar och få jämn kvalitet.

### 5.2.2 Gammal bitumen

Det är egentligen egenskaperna i det gamla bruket som avgör massans återvinningsbarhet. Eftersom det inte går att mäta får man nöja sig med att extrahera och

undersöka bindemedlets viskositet. I svårbedömda fall blir beläggningstypen samtidigt bekräftad med den här analysen.

Mängden bitumen (egentligen mängden bruk) har stor betydelse och skiljer sig mellan grävd respektive fräst returafalt. Bitumenhalten ligger oftast mellan 4 - 4,5 % för grävd asfalt och över 5 % för fräsmassor. Det här gäller inte där tankbeläggningar ingår i massorna. Då kan bitumenhalten både variera och bli mycket hög, mer än 6 %.

### 5.2.3 Uppgrävt grusmaterial

Det kan vara svårt att bedöma mängden grusmaterial som kommit med i uppgrävningen men bitumenhalten i returafalten brukar ge en fingervisning. Det förutsätter att beläggningstypen är något sånär känd. Kvaliteten på gruset är svårare att bedöma men det får antas komma från det obundna bärlagret under beläggningen. Om det innehåller olämpliga material i form av jord, växtdelar eller andra rester som inte har sitt ursprung i vägmaterial, ska man överväga att kassera returafalten för vägbeläggningsändamål.

### 5.2.4 Krossning

Innan asfaltkrossningen sätter igång bör det planerade slutresultatet med återvinningen vara känt. Det bestämmer partikelstorleken och om asfaltgranulatet behöver rensas från oönskade föroreningar.

Ett bra första steg är att före krossningen grovsikta bort material mindre än 20-30 mm. Resultatet *kan* bli ett dugligt 0-30 material till bärlager eller ett utmärkt grusslitlager. Samtidigt blir den återstående returafalten nästan helt befriad från obundna material och särskilt värdefull för varmäterving. I fallet med fräsmassor från oljegrus blir man av med större beläggningsbitar.

Grundregeln när det gäller fräsmassor är att de ska krossas och blandas med andra material, t ex grus och/eller uppgrävd asfalt. Om stenmaterial ska sättas till kan det ske under krossningen, t ex när det gäller krossning av fräsmassor med ytbehandling.

Under krossningsprocessen ska variationerna i returafalten jämnas ut så att den färdiga komponenten asfaltgranulat är så jämn som möjligt i sammansättningen och därmed också i egenskaperna.

## 5.3 OBJEKT

### 5.3.1 Underlag

Beläggningar som ska komprimeras är beroende av fästet mot underlaget och underlagets mothåll under packningsarbetet. Kallblandade beläggningar är det i högre grad än varmmassa och kallblandad asfaltåtervinning påverkas mer än någon annan beläggningstyp.

Sammansättningen måste justeras efter underlagets täthet och fasthet för att resultatet ska bli så bra som möjligt. En återvunnen slitlagermassa kräver mer tillfört bitumen på ett löst underlag, t ex ett grusbärlager, än på en hård beläggning.

Hjulspår och kanthäng justeras med massa som gjorts särskilt stabil. Det innebär samtidigt att massan kanske inte har de bästa egenskaperna som slitlager. Helst ska

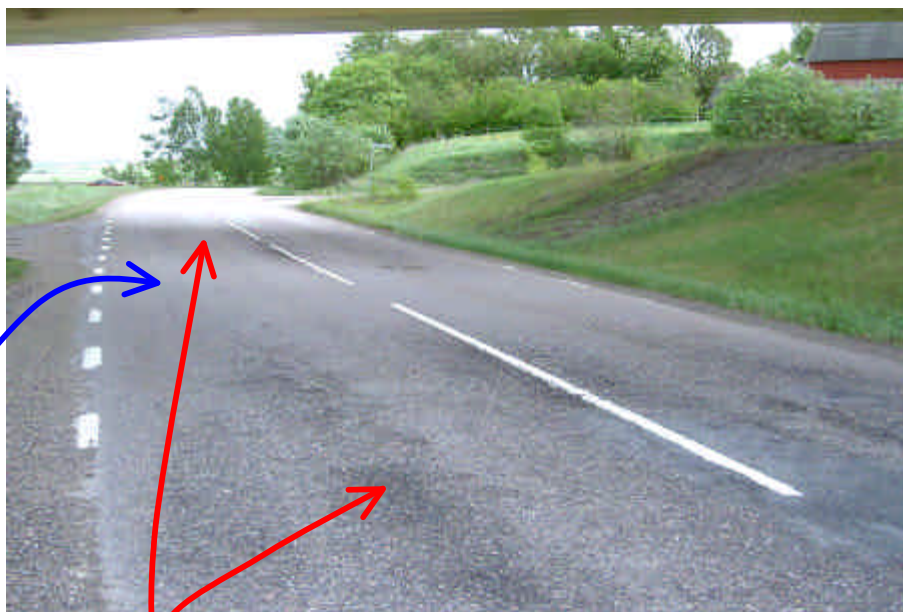
justeringen trafikeras en tid för att få tillräcklig fasthet som underlag till slitlagret. I osäkra fall justeras med för ändamålet komponerad nytillverkad massa. Konsekvensen kan annars bli deformationer i alltför tjocka beläggningslager, som proportionerats för slitlagerfunktion.

### 5.3.2 Påkänningar

Beläggningar av kallblandad och halvvarmt blandad asfaltåtervinning har sina begränsningar när det gäller påkänningarna. Tung, spårbunden trafik kan leda till spårbildning, statiska laster kan ge märken. Ingen trafik alls är inte heller önskvärt eftersom beläggningen behöver trafikens efterpackning för att bli tät, hållfast och beständig. Det här gäller alla asfaltbeläggningar men i högre grad den här typen av återvunnen asfalt än någon annan beläggningstyp.

### 5.3.3 Belägenhet

Ett gynnsamt förhållande för kallblandad och halvvarmt blandad asfaltåtervinning är solbelysta lägen. Asfalt tar snabbt till sig solvärme och packas därmed lättare under trafiken. Skuggiga partier, särskilt med överhängande träd, är i motsvarande grad negativt för massans välbefinnande. Det finns teorier om kemisk påverkan från träden men det räcker med den svala miljön som förklaring. Effekten av sådana förhållanden kan motverkas genom tillsats av mer bitumen. Risken är då att beläggningen blir fet på de solbelysta vägpartier som ändå alltid finns. Fläckvisa underhållsåtgärder går inte att undvika när lägena varierar men det går att välja vilken typ av defekt man får leva med.



**Bild 5.3-1** Materialsläpp på skuggade partier under Tranarpsbron utmed E4 i sju år gammal emulsionsåtervinning. Omgivande solbelysta ytor, t o m mellan brohalvorna, är i betydligt bättre skick.

## 5.4 PROPORTIONERING

### 5.4.1 Allmänt

I ATB VÄG /5/ (kapitel F4.11) finns rutiner för provning och proportionering av kall- och halvvarm asfaltåtervinning. Bakgrunden redovisas i flera rapporter från VTI och sammanfattas i *Handboken för återvinning av asfalt /4/* (kapitel 7). Utgångspunkten är oftast att returafaltens ursprung är okänt. Det ställer krav på erfarenhet, resurser och god framförhållning, som dessvärre brukar saknas. Ambitiösa förberedelser resulterar ofta likafullt i schablonrecept pga svårigheter att få fram representativa provmaterial och att få provningsresultaten att stämma med verkligheten. Schablonrecept behöver inte innebära sämre resultat, bara man har tillräcklig och korrekt information.

En framgångsrik proportionering börjar redan innan asfalten tas bort. Då syns vad råvaran kan användas till och det är enkelt att ta reda på i vilket skick den befinner sig. Om återvinningen är bestämd kan man föreskriva hur borttagningen ska gå till och hur materialen ska hanteras. Med den här bakgrundsinformationen fungerar schablonrecept ofta bra.

### 5.4.2 Nytt bitumen

ATB VÄG utgår från två materialkoncept:

- kallblandning med bitumenemulsion
- halvvarm blandning med mjukbitumen.

Konceptet med ROD-bitumen utgör *ett tredje fall* som har andra förutsättningar. Framförallt är det möjligt att sätta till mer bindemedel, eftersom det inte finns något vatten från bitumenemulsionen som ockuperar utrymme i granulatet/stenmaterialet. Mycket bindemedel brukar garantera hållbarhet, dels för att mer bitumen ger ett mer eftergivligt bruk och dels för att massan blir tätare. Det senare utgör ett skydd i sig mot nedbrytande mekanismer i form av nötning, vatten, luftens syre och andra ämnen som kan förekomma på en vägyta. En förutsättning är att beläggningen inte är så bitumenrik att den har blivit instabil. ROD-bitumen kan dessutom tillsättas 30 % mer än restbitumen från bitumenemulsion utan att massan fördyras.

Valet av bitumenkvalitet kan ske fritt i ROD-fallet. För slitlagerändamål har man provat både V1500, V3000 och V12000, oftast det första alternativet. För bärlager har B370 och B180 förekommit. Fortsatta undersökningar kommer att visa vad som lämpar sig bäst i olika fall.

### 5.4.3 Tillfört grusmaterial

I ATB VÄG står att nytt stenmaterial *kan* tillsättas om det behövs för funktionen. I praktiken bestäms den saken ofta i förväg, mer av ekonomiska eller praktiska skäl än baserat på provningarna, t ex i fallet med fräsmassor. I vissa områden tillsätts aldrig stenmaterial, eftersom det inte anses öka värdet i förhållande till kostnaden. Ett annat skäl kan vara att vilja bli av med ett upplag med returafalt så fort som möjligt. Vägverket äger t ex inga mellanlager för förvaring utan måste hyra plats. Det finns en risk att behovet av tillsatsmaterial bestäms efter andra kriterier än rent vägtekniska.

Det finns tre skäl att överväga tillsats av grusmaterial:

- lagringsbarhet
- läggbarhet
- stabilitet.

Både det krossade asfaltgranulatet och färdig massa klibbar samman efter någon tid. Det tillsatta grusmaterialet torkar upp materialen.

Den färdiga massan kan ibland vara seg och sammanhängande under utläggningen. Eftersom utläggaren är konstruerad för en viss konsistens i massan kan det leda till ojämnheter. Grusmaterialet fungerar lite som kullager, som ger massan en mer granulär och lättare konsistens.

Asfaltgranulatet består av mjuka partiklar som kommer på plats först när trafiken efterpackat beläggningen. I tjocka lager kan det leda till ojämna deformationer eller hjulspår. Grusmaterialet stagar upp partikelstrukturen och minskar de här tendenserna.

#### 5.4.4 Maximal täthet

Den extraherade grussammansättningen, ursprunglig bitumenmängd och tillfört grusmaterial och bitumen bildar tillsammans ett *konglomerat*, som bör vara så tätt att yttre påverkan förhindras. Omständigheterna (vältning, trafik, underlag, solbelysning) avgör hur långt packningen mot maximal täthet kommer att gå. Det ska i alla fall vara teoretiskt möjligt för beläggningen att bli tillräckligt tät och det kan bedömas med laboratoriemetoder under gynnsamma förhållanden, bl a uppvärmning.

### 5.5 BLANDNING

#### 5.5.1 Homogenitet

Blandarverkets viktigaste uppgifter är att dosera komponenterna enligt receptet och tillräckligt jämnt och att produktionen registreras (materialslog, mängder, tider, händelser). Moderna, datorstyrda verk har de möjligheterna. En annan uppgift är att fördela bindemedlet tillräckligt mycket över partiklarna. Det är välkänt att bitumenvätskan först fastnar på (eller tar till sig) findelarna och därefter de skrovliga asfaltgranulerna. Först efter viss bearbetning fördelar sig bitumenet vidare på de större och mindre absorptiva stenytorna. Ett sätt att hjälpa till i fördelningen är att först bespruta de minst absorberande partiklarna med bindemedel och tillföra de mer absorptiva materialdelarna senare i blandningsskedet. Det finns patenterade lösningar för både kall och varm blandning men det hindrar inte att man gör egna varianter. Själva insikten om detta kan inte patenteras eftersom det rör sig om *en upptäckt* och inte en innovation. En specifik maskinteknisk lösning är däremot en annan fråga.

#### 5.5.2 Läggbarhet

En alltför bearbetad eller flödigt kallblandad asfaltmassa kommer att bli seg och svårlagd med ojämnheter som följd. Det gäller att fördela vätskan i form av granulerat bruk, så att massan får en granulär konsistens utan att klibba samman under hanteringen. Här ligger den avgörande skillnaden för kallblandningar mellan emulgerat bitumen och den rena varan. Samtidigt måste fördelningen av bruket vara tillräcklig så att det finns där det behövs i beläggningen. Det är en grannlaga uppgift att avgöra det rätta läget, som helt enkelt kommer av gott hantverksskunnande.



Emulsionsformen är annars ett utmärkt sätt att fördela små mängder bitumen men för slitlager är det inte behövligt utan kan snarare få en negativ effekt i form av klibbig, seg och svårlagd massa.

### 5.5.3 Komprimerbarhet

En smula uppvärmning är den enskilt viktigaste faktorn för komprimerbarheten. Det medför att asfaltgranulerna pressas samman under vältningen istället för av trafiken. Definitionsmässigt ryms det kallblandade konceptet upp till 50 °C men det är mer en begreppsmässig formalitet. Det råkar emellertid samtidigt vara den övre gränsen för att asfaltgranulerna ska lyckas bibehålla den granulära konsistensen i massan under utläggningen. Det är särskilt viktigt när massan passerar läggarens avstrykare (screeden). Vid högre temperatur börjar asfaltgranulerna klibba samman, vilket gör massan seg och svårlagd.

Denna måttliga uppvärmning kan ske i trumblandare, med ångvärme eller genom inblandat upphettat stenmaterial.

Detta gäller retur-asfalt av tidigare *varmblandad* asfalt. För övriga beläggningstyper gäller i fallet med uppvärmning att massan måste bli helt mjuk och smidig, vilket kan innebära 60-80 °C.

## 5.6 UTLÄGGNING

### 5.6.1 Preparering av underlag

Underlag av justerat grusbärlager ska vara väl avjämnat, vattnat och komprimerat innan lagret med asfaltåtervinning läggs över. Bärlagergruset måste hålla samman och ligga still under utläggningsarbetet. Beläggningstagret riskerar annars att bitvis bli för tunt med risk för att beläggningen så småningom spricker eller faller sönder.

En annan aspekt på grusunderlag, särskilt på grusvägar som ska läggas över, är att det gamla grusslitlagret kan vara vattenkänsligt och mjukt. Avvattningsåtgärder (dikning, trumläggning, profilering) och påförelse av lämpligt graderat grus behöver ofta föregå beläggningstagrarna. Frågan måste tas upp med väghållaren/kunden innan beläggningssarbetena sätter igång. I annat fall riskeras garantiåtgärder för något som inte har med asfaltarbetet att göra.

Om asfaltåtervinningen ska användas som justeringsmaterial måste utläggarna se till att massan blir väl komprimerad, inte bara under vältningen utan också av trafiken, innan slitlagret läggs över.

Fästet mot hårda underlag är som nämndes tidigare viktigt för komprimeringen men också nyttigt för lagrets hållbarhet. Klistring känns inte alltid så nödvändig med tanke på massans låga initialhållfasthet men det rekommenderas likafullt med tanke på kommande påkänningar.

### 5.6.2 Spridning

Utläggning sker oftast med maskiner som har sk flytande screed. De är gjorda för varmblandad asfalt. Ett jämnt resultat förutsätter att massan har den asfalttypens smidighet och läggbarhet. Så är sällan fallet med traditionellt kallblandad och halvvarmt

blandad asfaltåtervinning, som normalt är ganska seg och svårlagd. Konsekvensen brukar blir en mer eller mindre ojämn yta.

För att undvika detta bygger ROD-asfaltkonceptet på att massan har en granulär konsistens, dvs som rullande partiklar. Det förutsätter också att det förekommer så få stopp som möjligt, eftersom partiklarna börjar häfta vid varandra så snart de ligger stilla. Under lastbilsskiftena bör asfaltläggaren därför röra sig sakta framåt.



**Bild 5.6-1** Läggarcreeden flyter jämnt på den smidiga ROD-massan.

De flesta föredrar att värma screeden, inte för att det ger värme till massan utan för att undvika att klabbig asfaltmassa fastnar på metallytorna. Man får då inte glömma att stänga av värmen strax före och under stopp. Annars sjunker massan ihop under den heta plåtytan.

### 5.6.3 Komprimering

Det förekommer olika uppfattningar om hur en lämplig komprimering ska gå till men följande har många förespråkare. Den utbredda asfaltåtervinningen välts först med en stålvalsvalt, antingen en tung statisk eller en som är utrustad med vibro, där första passagen sker utan vibrering. Vältningen avbryts om större förskjutningssprickor skulle uppstå. Då skjuter välten beläggningen framför sig och kan orsaka allvarliga skador. När tvärgående småsprickor visar sig tar massan inte till sig mer vertikal packning utan vickar fram och tillbaka när stålvalsen passerar. Då avbryts vältningen med stålvals och fortsätter med gummihjulsvält, om en sådan finns tillgänglig, så mycket den hinner med.



**Bild 5.6-2** En tung, statisk vält gör ofta bästa jobbet ...

Stålvalsen måste gå först eftersom den packar på djupet med en kavlande verkan som trycker sönder eventuella klumpar i massan. Det gör inte gummihjulsvälten, som istället rullar över förekommande ojämnheter i massans struktur. En gummihjulsvält kan aldrig packa på djupet utan knådar till ytan, vilket är viktigt nog när det gäller kallblandade beläggningssmassor.



**Bild 5.6-3** ... tillsammans med en tung gummihjulsvält.

Så kallad slätvältning med stålvals vält i efterhand tjänar inget syfte eftersom massan är levande flera dagar efter utläggningen. Trafiken kommer så småningom att jämna ut alla mindre hjulmärken.

Den nylagda massan fastnar lätt på stålvalsar och gummihjul (och skosulor!). Experiment med släppmedel har inte löst problemet. Det bästa är att emellanåt köra in på omgivande grusytor eller avsandade ytor (se nedan) och använda vanligt vatten.

#### 5.6.4 Efterbehandling

Den nya ytan är känslig både för vridande och stillastående hjul. Därför sandas den med en findelsfattig sand (kabelsand, dräneringssand, sättsand). I brist på sådant material har man provat en finkornig krossfraktion. Båda materialsorterna ska spridas mycket tunt, bara precis så mycket att man uppnår avsedd effekt (avklibbning och glidning under vridande hjul).

Stålvalsvälten måste passera den färdigvältade ytan med största försiktighet, framförallt under svängning, eftersom beläggningen lätt kan skjutas isär. De skadorna brukar dessvärre inte läka ihop utan måste repareras med ny massa. Ju fortare lagningen sker (med samma massa!), desto osynligare blir den i framtiden.

### 5.7 ÅLDRING

#### 5.7.1 Bitumenets förändring

Bitumen hårdnar normalt med tiden och förlorar en del av sin elasticitet. Returasfalten består av mer eller mindre åldrad asfalt, som alltså innehåller inte bara ett förstyvad bitumen utan därmed också ett förstyvad bruk. Tillsammans med tillförd ny bitumen, som är av ett mjukare slag, ska beläggingsmaterialet återfå behövliga egenskaper. Det finns teorier om hur materialen samverkar men ingen är hittills bekräftad.

Efter några år, allt mellan 1-7 år, brukar asfaltytan visa tecken på åldring (utmattningssprickor), som normalt visar sig hos nytillverkad asfalt först efter betydligt längre tid. Det beror knappast på någon fortgående förhårdning av det gamla bitumenet/bruket utan har mer med mängden och mjukheten i *tillfört bitumen* att göra. En fördelaktig omständighet för ROD-konceptet är att det möjliggör större tillsats av bitumen jämfört med emulsioner. Om ROD på något sätt orsakar en förhårdning av det tillförda bitumenet skulle det kunna vara en negativ faktor. Detta är inte alldeles lätt att utreda eftersom bitumensorterna i asfaltåtervinning inte kan skiljas åt genom en analys. Det kan gå i arrangerade försök men det har ännu inte gjorts.



**Bild 5.7-1** Utmattningssprickor, eng. ”alligator crackings”, av tung belastning på mjukt underlag.

### 5.7.2 Töjningar och spänningar

Asfaltåtervinning läggs ofta på mjuka underlag. Det innebär att beläggningarna kan utsättas för relativt stora töjningar under belastningarna. Även om trafiken är liten kan den emellanåt vara tung (skogs- och jordbruksmaskiner, bussar, renhållningsfordon). En tillräckligt bindemedelsrik massa klarar sig längre men förr eller senare uppstår skador och då tidigare på en asfaltåtervinning än på en nytillverkad beläggning (se **Bild 5.7-1**). Kunniga väghållare är medvetna om detta och tar med en enkel underhållsåtgärd i kalkylen. Målet för ROD-konceptet är att denna åtgärd ska skjutas framåt ett antal år.

### 5.7.3 Slitage

Slitage i vanlig bemärkelse, dvs nednötning av stenmaterial och bitumenbruk, förekommer sällan på det aktuella vägnätet. Däremot kan materialsläpp förekomma som en effekt av otillräcklig sammanhållning (för lite bitumen, otillräcklig täthet) eller ogynnsam belägenhet i skuggiga lägen (se **Bild 5.3-1**) eller på mjuka underlag. En kraftig försegling eller ytbehandling eller justering med en lämplig massa brukar lösa problemet för många år framåt.

## 6. FÖRSLAG TILL FORTSATT UTVECKLINGSVERKSAMHET

### 6.1 PROBLEMORIENTERING

Kallblandad och halvvarmt blandad asfaltåtervinning har praktiserats under ett par decennier. Synen på ett acceptabelt resultat har i viss mån präglats av behovet av en enkel och billig kvittblivning. Det är tveksamt om beläggningkonceptet skulle haft samma framgång om inte andra faktorer vägdes in i bedömningen, t ex kostnader för att låta returafalten ligga kvar eller helt enkelt att upplagen måste bort.

Det skulle kunna vara en intern fråga om det inte vore för att väghållaren ställer funktionella garantikrav på slutresultatet, trots att man som Vägverket tillhandahåller en kvalitetsavgörande komponent i slutprodukten. ROD-konceptet är tänkt att göra kallblandad återvinning lite säkrare och mer under kontroll för den som fått uppdraget att blanda och lägga ut materialet.

Detta förutsätter samtidigt ett mer förutseende agerande vid borttagningen av asfalt och att tillfället utnyttjas bättre till att bedöma asfaltens återvinningsbarhet. Någon form av återvinning kommer att ske och det finns inte så många fall att förbereda.

Provningarna och bedömningarna i handledningen för kallblandad och halvvarm återvinning i ATB VÄG fungerar bra i forskningssammanhang. Det fungerar också bra för arbeten utförda i egen regi, där ansvaret för felbedömningar stannar hos uppdragsgivaren. I ett partsförhållande med garantiåtagande är proportioneringstekniken emellertid alltför osäker. Utföraren ska inte behöva ta ansvaret för misslyckanden utan att först ha fått en rimlig chans att undvika dem.

Långtidseffekterna av ROD på bitumen och eventuella omvandlingsprodukters betydelse för beläggningens beständighet behöver utredas. Det görs samtidigt med en undersökning av *mjukbitumens beständighet* eftersom det finns uppgifter om kraftiga förändringar (läs: förhårdning) efter mycket kort tid (ett år) i speciella fall (MJOG).

ROD specificeras vanligtvis för varje användningsområde, t ex som bränsle eller mjukgörare. Inför utsikten av att flera kommer att tillverka ROD behöver produktbeskrivningen preciseras vad gäller sammansättning och egenskaper för vägbeläggningsändamål.

### 6.2 UTVECKLINGSARBETE

Följande utvecklingsbehov formulerat som delprojekt ligger närmast i tiden:

#### 1. Bitumenstudier

- 1.1 Mjukbitumens reologiska beständighet
- 1.2 Reologisk inverkan av ROD på bitumen
- 1.3 Åtgärder för att säkra mjukasfaltens beständighet och funktion
- 1.4 Produktspecifikation för ROD för vägbeläggningsändamål.

## **2. Miljöeffekter**

2.1 ROD-bitumens effekter på arbetsplatsen

2.2 ROD-bitumens miljöeffekter.

Kommande fältverksamhet behöver följande förberedelser:

## **3. Proportionering**

3.1 Kvalitetssäkring av returafalt

3.2 Kombinerad empirisk och analytisk proportioneringsteknik för kallblandning och halvvarm asfaltteknik med ROD-bitumen

## **4. Demonstrationsobjekt**

4.1 Information och utbildning om ROD-konceptet

4.2 Planering och genomförande av demonstrationsobjekt med ROD-asfalt

4.3 Uppföljning av ROD-asfaltbeläggningar.

## LITTERATUR

1. *Asfaltutvecklingsprojektet i Telemark, AUT*, rapport nr 98, (1998). Oslo. Statens vegvesen.
2. Lillbroända, U. et al (2002), *The new cold mix technique, recycling and virgin cold-mix production*. Nynäshamn. Nynäs AB.
3. *FAS Asfaltbok (2003)*. Stockholm. FAS.
4. *Handbok för återvinning av asfalt*, VV Publ. nr 2004:91. (2004). Borlänge. Vägverket et al.
5. *ATB VÄG*. (2003). Borlänge. Vägverket.
6. Tyllgren, P (2000), *Öppen Asfaltemulsionsbetong, Inventering av en produkt och en teknik*, (2000). Malmö. SBUF/Skanska.

## LÄNKAR (2005-09-26)

1. Öppen afaltemulsionsbetong, AEB Ö - inventering och utvärdering av en produkt och en teknik,  
[http://www.sbuf.se/sa/node.asp?node=57&category=14&id=9064&status=3&content\\_url=/plugins/projectdirectory/show3.asp](http://www.sbuf.se/sa/node.asp?node=57&category=14&id=9064&status=3&content_url=/plugins/projectdirectory/show3.asp)
2. FAS Asfaltbok, <http://www.asfaltboken.nu/>
3. Handbok för återvinning av asfalt [http://www.vv.se/templates/page3\\_7852.aspx](http://www.vv.se/templates/page3_7852.aspx)
4. ATB VÄG, [http://www.vv.se/templates/page3\\_7833.aspx](http://www.vv.se/templates/page3_7833.aspx)