

Framtiden för Kallteknik

Per Redelius Nynas AB
per.redelius@nynas.com

INTRODUKTION

I dessa dagar kräver omtanken om vår miljö att vi ser över alla sektorer av vårt samhälle för att minska energianvändning och miljöbelastning. Också inom vägbyggnadstekniken behöver vi se över möjligheterna att förbättra teknikerna så att de blir mindre energikrävande. En förbättring som lanserats under de sista 10 åren är de s.k. halvvarma teknikerna som har lyckats reducera energianvändningen med upp till 30% vid tillverkning av asfaltmassa. I Sverige definieras halvvarm som 50-120°C medan EAPA definierar "half warm asphalt" som 70-100°C och "warm mix asphalt" som 100-140°C. Men även med de nya teknikerna åtgår stora mängder energi till att värma upp stenmaterialet. Den mest önskvärda lösningen är att bygga vägen helt utan uppvärmning av stenmaterialet, dvs. använda kallteknik.

Utmaningen med kallteknik är att få bindemedlet jämt fördelat så att det täcker stenarna med ett jämnt tjockt lager bitumen utan att värma stenmaterialet. Men för att få en väg med hög hållbarhet som kan bära tung trafik fodras ett styvt bindemedel som inte går att hantera vid rumstemperatur. Många förslag har testats, som t.ex. att använda en lösning av bitumen i nafta så att asfaltmassan går lätt att lägga och packa vid rumstemperatur. När naftan har dunstat så har man ett hårt bra bindemedel i asfaltmassan. Det medför tyvärr oacceptabelt stora utsläpp av lösningsmedel till luften och är inte längre önskad. En annan teknik är att skumma bitumenet med vatten innan man blandar det med stenmaterialet. Om det görs vid rumstemperatur så får man en dålig ojämn täckning av stenarna. Däremot om det görs vid förhöjd temperatur så kan man få bra resultat, men då blir det en s.k. halvvarm teknik. Ett tredje sätt är att använda bitumenemulsioner, som är vad den här artikeln kommer att handla om.

BITUMENEMULSION

Definitionen av en emulsion är "blandning av två icke blandbara ämnen" där det ena ämnet är dispergerat som små droppar i det andra ämnet. För att stabilisera en emulsion används ofta ett ytaktivt ämne som kallas "emulgator". I en bitumenemulsion finns bitumen som små droppar i vatten (Fig 1). Andra vardagliga ämnen som är emulsioner är t.ex mjölk, vattenbaserad målarfärg och majonäs. Om emulgatorns stabiliserande förmåga blir för svag kan de två ämnena klumpa ihop sig och bilda två faser, då säger man att emulsionen "bryter".

En typisk emulgator för bitumen består av två delar, en polär vattenlöslig del och en opolär oljelöslig del (Fig 2). Den oljelösliga delen är lös i bitumenet, medan den vattenlösliga delen är lös i vattnet. Resultatet blir att emulgatorn kommer att täcka ytan på bitumendropparna med den polära vattenlösliga delen mot vattnet och den oljelösliga delen mot bitumenet. Man kan säga att ytan blir mer vattenlik. Ofta har den polära delen av emulgatorn en positiv laddning som gör att dropparna stöts bort från varandra. På det sättet förhindras sammanslagning av bitumendropparna och man får en relativt stabil emulsion.

ANVÄNDNING AV BITUMENEMULSIONER

I dag har bitumenemulsioner ett brett användningsområde för byggnad och underhåll av vägar. Några av de vanligaste användningsområdena är:

- ▶ Ytbehandling
- ▶ Klistring
- ▶ Indränkning
- ▶ Stabilisering
- ▶ Slamförsegling/Micro surfacing
- ▶ Återanvändning
- ▶ KALL ASFALT

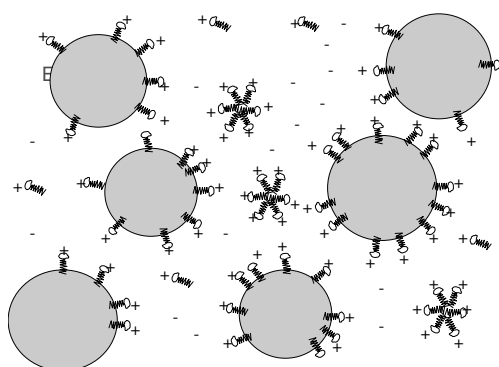


Fig 1. bitumen emulsion

Typisk bitumen emulgator

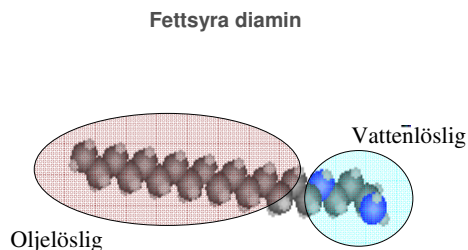


Fig 2. Emulgator för bitumen.

När det gäller klstring, indränkning, stabilisering och återanvändning finns det många mer eller mindre väl etablerade metoder som använder sig av bitumenemulsioner och som fungerar väl. Slamförsegling (slurry seal eller micro surfacing) är en väl etablerad underhållsteknik som ger ett nytt ytskikt till vägar som på så sätt kan få avsevärt förlängd livslängd. Ytbehandlingar är den applikation som konsumerar de största mängderna bitumenemulsion. Även om det är en väl etablerad teknik så finns det ett stort behov av att förbättra tekniken. Den stora utmaningen inom emulsionstekniken är utan tvekan KALL ASFALTMASSA dvs tekniken att bygga en väg med bitumenemulsioner som bindemedel helt utan uppvärmning av stenmaterialet.

YTBEHANDLINGAR

Ytbehandling används för att ge ett nytt slitlager till vägar med relativt god bärighet. I princip består en ytbehandling av att man sprider bitumenemulsion på den väg som ska förnyas. Innan emulsionen hunnit börja bryta sprider man stenmaterial direkt i den våta emulsionen. När emulsionen kommer i kontakt med stenen bryter den och limmar mer eller mindre effektivt fast stenen. När stenen sitter tillräckligt starkt kan vägen öppnas för trafik. Ytbehandling kan läggas både på grusvägar och på asfaltvägar. För att en ytbehandling ska betraktas som bra behöver man uppfylla ett antal krav:

- ▶ Stenarna ska fastna snabbt
 - ▶ Snabb brytning
 - ▶ Bra vätning av stenarna med bitumen
 - ▶ Hinna orientera sig vid vältning
- ▶ Vägen ska snabbt öppnas för trafik
- ▶ Snabb sopning för att få bort lösa stenar
- ▶ Inga stenar ska släppa efter sopningen

En av de kritiska faktorerna för en bra ytbehandling är emulsionens brytning. För att kunna öppna vägen för trafik så fort som möjligt vill man ha en snabb brytning, men det är också viktigt att det finns tillräckligt med tid att låta emulsionen veta stenarna ordentligt så att de blir ordentligt inbäddade i bitumen. Om stenen sitter för löst är det risk för att den lossnar när trafiken börjar rulla, med resultatet att man riskerar att få stenskott som kan ge skador på lack, vindrutor och strålkastarglas på bilarna.

En framtida utveckling av bättre ytbehandlingsystem skulle t.ex. kunna innehålla system för kontrollerad brytning av emulsionen. Det ideala vore om man kunde spraya ett additiv efter man har applicerat stenmaterialet som gör att emulsionen bryter och stenarna sitter helt fast. Det finns ett stort antal kända system som kan användas för brytning av bitumenemulsioner:

- ▶ Brytning av katjonemulsioner
 - ▶ Med lut (justering av pH)
 - ▶ Med anjonemulsion
 - ▶ Med släckt kalk
 - ▶ Med filler

- ▶ Brytning av anjonemulsion
 - ▶ Med kalciumklorid
 - ▶ Med syra (justering av pH)
 - ▶ Med katjonemulsion
- ▶ Nedbrytbar emulgator

Några av de vanligaste additiven för att bryta katjoniska emulsioner är ämnen som neutraliserar syran, t.ex. lut eller släckt kalk. Om man sprayar ett sådant additiv på en färdiglagad ytbehandling bryter tyvärr emulsionen bara på ytan. Den brutna bitumenfilmen förhindrar avdunstning av vattnet i emulsionen så att resultatet blir att emulsionen bryter LÅNGSAMMARE i stället för SNABBARE.

Vad som krävs av ett bra brytadditiv är fördröjd brytning:

- ▶ Brytningen skall starta när stenen är på plats och emulsionen har vätt stenen
- ▶ Brytningen måste ske homogent i emulsionen
- ▶ Helst ska brytningen starta på stenytan
- ▶ Vattnet ska frigöras så att inte emulsionen tvättas ut

KALL ASFALTMASSA

Den största utmaningen för framtiden är utan tvekan att kunna tillverka en hög-kvalitativ asfaltmassa kallt. För att lyckas måste man uppfylla följande krav:

- ▶ Bra läggbarhet
- ▶ Fördröjd, men snabb brytning
- ▶ Ingen avrinning av emulsion från massan
- ▶ Snabb tillväxt av styrka genom god koalescens.

Historiskt har ”bra läggbarhet” varit en nyckelfråga som man har försökt lösa på flera olika sätt som schematiskt är illustrerat i Fig 3. I princip kan man använda emulsioner av olika typer. Om man

Hur får man bra läggbarhet på kallasfalt?



Mjukt bindemedel	Bindemedel med lösningsmedel	Långsambrytande emulsion
<u>Brutet system</u>		<u>Icke brutet system</u>
•Mjuk asfalt	•Avger mycket VOC	•Lång härdningstid
•Flexibel asfalt	•Bra styrka efter lite tid	•Bra styrka efter härdning
•Läkande asfalt		•Mycket väderkänslig direkt efter läggning
•Lätt att lägga		
•Lätt att tillverka		

Forskning om emulsioner

31/10/2011

Fig 3. Laggbarhet

använder en relativt snabbt brytande emulsion kommer den att bryta direkt när den kommer i kontakt med stenmaterialet innan man hunnit lägga asfalten på vägen. Om man då har ett ”vanligt” bindemedel så kommer massan att bli mycket styv och omöjlig att lägga med en vanlig asfaltläggare. I stället kan man använda sig av en långsambrytande emulsion som fortfarande är obruten vid läggning och packning vilket gör dessa operationer mycket enkla. Däremot kan det ta mycket lång tid innan vägen uppnår styrka och kan öppnas för trafik. Dessutom är den känslig för regn eftersom emulsionen kan tvättas ut ur asfaltmassan vid kraftigt regn.

I vissa applikationer har man utgått från ett brutet system och i stället gjort bindemedlet så mjukt att massan är läggbar även om emulsionen är bruten. Exempel är när man emulgerat mjukbitumen med en viskositet som är lägre än ca 3000 cSt vid 60°C eller då man mjukgjort bitumenet med tillsats av relativt stora mängder nafta. Båda applikationerna fungerar bra men har en rad begränsningar i sina användningsområden. Mjukbitumen är mest lämpligt för lågtrafikerade vägar i relativt kalla klimat, t.ex. norra Skandinavien. Användning av nafta som flux är inte önskvärt eftersom det avger stora mängder VOC (Volatile Organic Hydrocarbons) till luften.

NY UTVECKLING

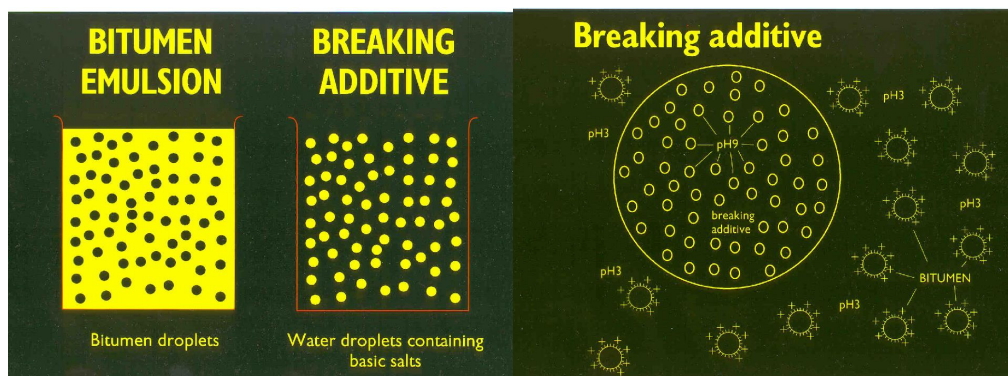
Om kallasfalt ska kunna konkurrera med traditionell varmasfalt finns det ett antal tekniska utmaningar som behöver lösas:

- ▶ Kontroll av brytning
- ▶ Kontroll av viskositet
- ▶ Kontroll av koalescence
- ▶ Användning av hårda bindemedel
- ▶ Användning av filler
- ▶ Avgång av vatten
- ▶ Ingen användning av lösningsmedel
- ▶ Reaktivitet mot stenmaterial

Kontroll av brytning

Ett bra sätt att få bra läggbarhet på asfaltmassan är att använda emulsioner med hög stabilitet som tål läggning och packning innan brytning sker. När massan är lagd och packad vill man sedan ha en effektiv brytning så snart som möjligt. Det skulle kunna vara någon typ av brytadditiv med fördröjd effekt eller en emulsion som är känslig för tryck, så att den bryter när välten packar asfalten.

Ett exempel på ett sådant additiv utvecklades av Nynäs för ca 20 år sedan (Fig 4). Additivet blandas i emulsionen omedelbart innan den blandas med stenmaterialet. När asfaltmassan är lagd och packad startar brytningen. Additivet består av en invert emulsion, en emulsion där vatten är emulgerat i olja, där vattenfasen består av ett basiskt salt som neutraliserar syran i en katjonisk bitumenemulsion. När syran neutraliserats så blir bitumendropparna inte längre positivt laddade och emulsionen bryter. Eftersom det basiska ämnet är emulgerat i olja, blir det en fördröjningseffekt som bestäms av den tid det tar för vattenlösningen att diffundera genom oljan och komma ut i bitumenemulsionen.



Figur 4. Brytadditiv med fördröjd funktion

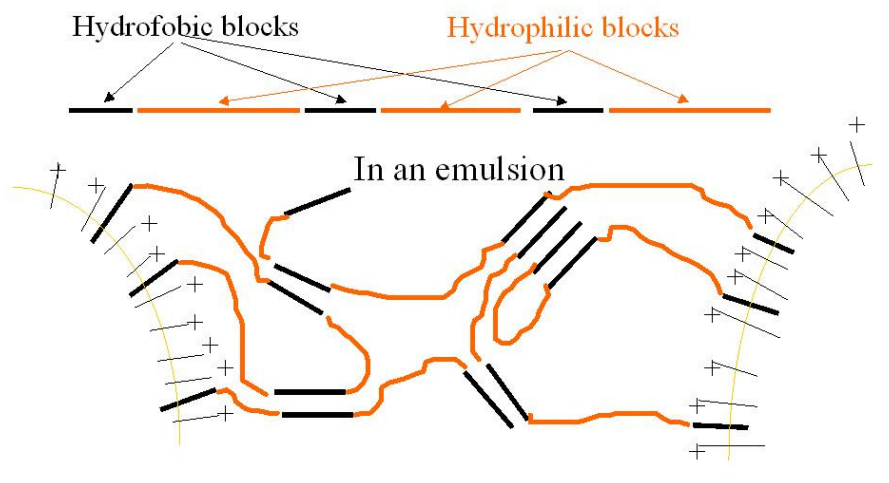
Kontroll av viskositet

Om man ska göra en asfalt med hög kvalitet så behövs en relativt hög bindemedelshalt, 5-6% bitumen. Eftersom bindemedlet tillsätts som emulsion med kanske 65% bindemedel och resten vatten blir mängden tillsatt vätska stor. Det finns då en risk att en del av emulsionen helt enkelt rinner ut ur massan och lägger sig i botten, eller i värsta fall rinner ut i diket. För att förhindra det behöver man göra en emulsionen med hög viskositet, men utan att försämra läggbarheten. Idealet är att göra den tixotrop (lättflytande vid bearbetning, trögflytande vid stillastående). Exempel på sådana additiv kan man hitta från färgteknologin, t.ex. "associativa förtjockare" Fig. 5.

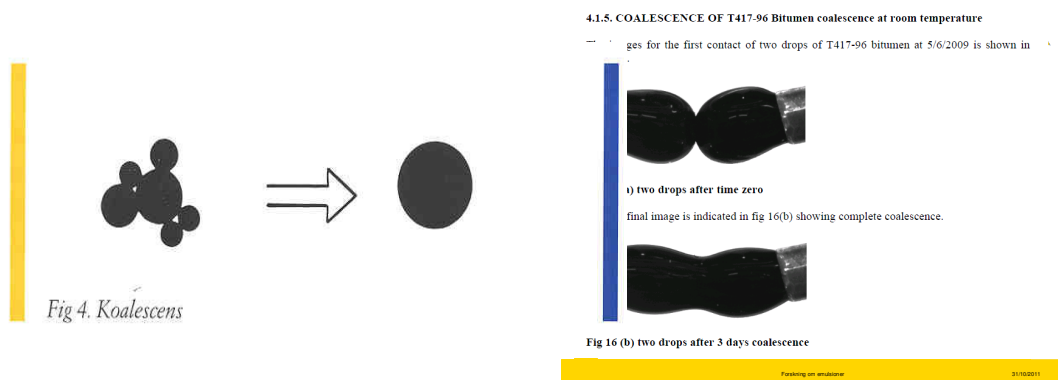
Kontroll av koalescens

Koalescens är sammansmältningen av bitumendropparna till en kontinuerlig bindemedelsfilm. Om man använder ett vanligt bitumen t.ex 70/100 så är bitumendropparna i emulsionen ganska hårda vid rumstemperatur. Men för att få full styrka i vägen räcker det inte med att emulsionen bryter, utan dropparna måste flyta samman (koalescera) vilket kan ta mycket lång tid vid rumstemperatur och ännu längre om vädret är kallt. Visserligen bidrar vältningen till att knåda ihop bitumenkulorna och på det sättet åstadkomma koalescens. Men en bättre metod att förbättra koalescensen på ett kontrollerat sätt skulle göra det ännu snabbare och säkrare att uppnå full styrka på en väg byggd med kallteknik. I Figur 6 visas ett försök att studera koalescens mellan två droppar som genererat på toppen av två kapillärrör och som sedan bringats i kontakt. I figuren visas att det kan ta upp till 3 dagar innan dropparna har smält samman.

Principle of associative thickening



Figur 5. Principen för associativa förtjockare.



Figur 6. Koalescens av bitumendroppar

Användning av hårda bindemedel

Vid tillverkning av vanlig varmasfalt får man en betydlig förhårdning av bindemedlet under blandning, transport och läggning vid hög temperatur. Vid kallteknik får man inte någon motsvarande förhårdning. Dessutom är bindemedlet i varmasfalt en blandning mellan bitumen och finmaterial. För att få motsvarande styvhet som en konventionell asfalt, behöver man använda betydligt hårdare bindemedel, vilket gör det ännu viktigare att ha bra metoder för att förbättra koalescensen.

Användning av filler

I en vanlig varmasfalt så blir fillern fördelad som ett fyllmedel i bindemedlet vid asfalttillverkningen. Vid tillverkning av kallasfalt så får man inte samma fördelning av fillern i bitumenet eftersom det har för hög viskositet för att dispergera fillern. I stället gör fillern att emulsionen bryter snabbare. Det beror på att fillern har en relativt stor yta som absorberar emulgatorn från bitumenemulsionen. Om tillräckligt mycket emulgator absorberas på fillerytan räcker inte emulgatorn för att hålla emulsionen stabil utan den bryter i förtid. Det betyder att läggbarheten av kall asfaltmassa kan vara väldigt känslig för mängden filler i stenmaterialet.

Avgång av vatten

När emulsionen bryter så frigörs vatten. Om vattnet samlas i fickor inne i asfalten eller om vattnet fäster på stenytorna kan det orsaka att asfalten får sämre hållbarhet än en motsvarande varmasfalt. Dessutom kan inneslutet vatten göra att asfalten blir känslig för frostsprängning under vinterdagar med temperaturer under fryspunkten. Med rätt styrning av brytningsprocessen kan man få vattnet att separera effektivt från bitumen så att bitumenet bildar en kontinuerlig film.

Ingen användning av lösningsmedel

Ett mycket bra och ofta använt additiv som både förbättrar koalescensen och vidhäftningen mellan sten och bitumen är nafta (kerosene). Nafta klassas som vådlig och miljöskadande och är inte önskvärd i framtida produkter, varför det är viktigt att den ersätts med additiv med mindre påverkan på miljön.

Reaktiviteten mot stenmaterial

De flesta katjoniska emulgatorerna absorberas starkt på ytan av sura stenmaterial, t.ex. granit. Om mycket emulgator absorberas så destabiliseras emulsionen så att den börjar bryta. Då blir asfaltmassan lätt styv och svårlagd. Det gör att emulsionen behöver vara "överstabiliserad" för att göra det säkert att man inte får för omfattande brytning även om fillerhalten varierar inom det stenmaterial man använder för vägkonstruktionen. Samtidigt är det viktigt att ha en stark adsorption på stenytan, för det är den som ger asfalten bra vidhäftning och tålighet mot vatten.

FRAMTIDEN

I en framtid där det är viktigt att hushålla med energi och jordens resurser är det ingen tvekan om att kallteknik kommer att spela en viktig roll. Den tvekan som tidigare funnits har till stor del försvunnit, men det är väl bekant att utvecklingstakten inom vägbyggnad är begränsad. Det beror dels på att investeringar redan gjorts i den infrastruktur som krävs för varmblandad asfalt samt även på en viss konservatism.

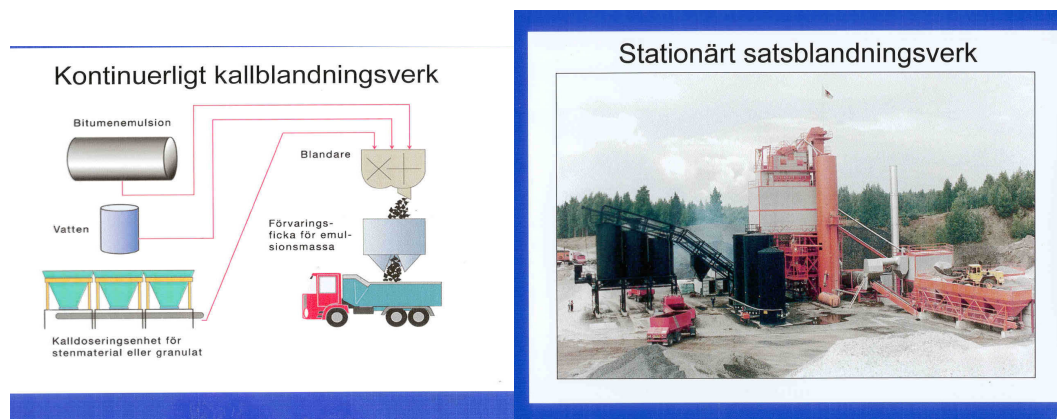
Det finns dock många faktorer som kommer att driva utvecklingen mot mer användning av kallteknik:

- Omsorg om hälsa och miljö
- Enkelhet
- Flexibilitet
- Ekonomi
- Energibesparingar

En illustration till hur enkelt det är att tillverka kallmassa jämfört med konventionell varmassa får man när man jämför komplexiteten hos ett kallasfaltverk, som är mobilt och kan ställas upp nära bygget för att minimera transporter, och ett varmasfaltverk (Figur 7).

Kallasfalt med relativt hög kvalitet kan tillverkas med dagens teknik, men genom mer satsning på forskning och utveckling kommer vi att få se en kallteknik som är minst lika bra som dagens varmteknik, men som kräver mindre energi och kortare transporter.

Den kanske viktigaste kortsiktiga utvecklingen är att se till att man får bra läggbarhet även om man har varierande stenmaterial. På lång sikt bör man kunna utveckla system som ger en snabb uppbyggnad av styrkan i vägen omedelbart efter läggning, så att vägen kan öppnas för normal trafik så snart läggningen är färdig så att störningar i trafiken kan minskas så mycket som möjligt.



Figur 7. Jämförelse mellan ett kallasfaltverk och ett varmasfaltverk.

SLUTSATS

Kallteknik finns utvecklad för en hel rad applikationer när det gäller vägbyggnad och underhåll. Den potentiellt viktigaste applikationen som ännu inte fått någon större spridning är kall asfaltmassa. Med dagens kunskap är det möjligt att tillverka högkvalitativa asfaltbeläggningar kallt. Med ytterligare forskning och utveckling kommer systemen att bli enklare och mångsidigare. Kallteknik är framtidens teknik.