

Rapport SBUF Projekt
11138 och 11400

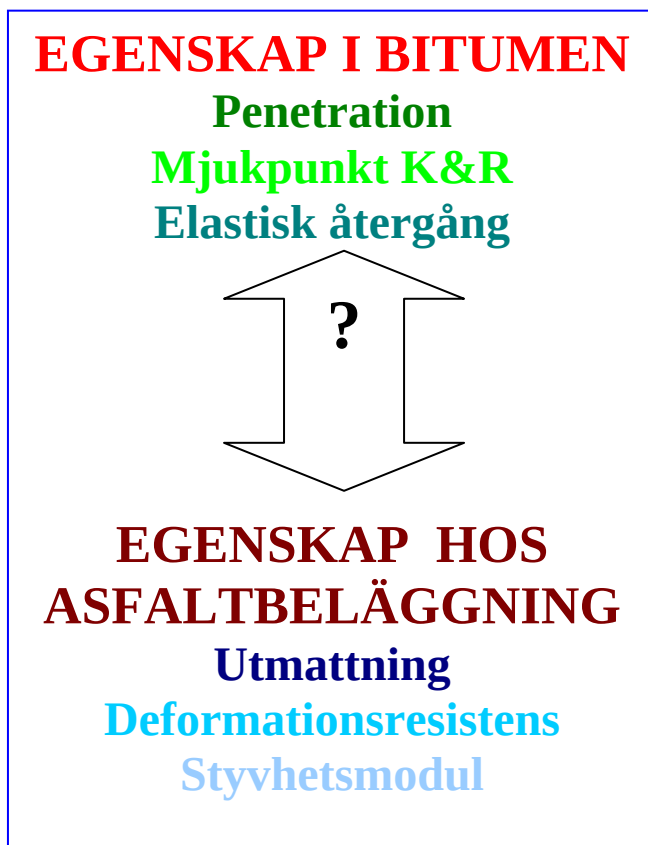
Datum
2004-05-19

Författare
Thorsten Nordgren

Kråketorpsgatan 22
431 53 MÖLNDAL

PMB identifiering av egenskaper i bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Rapport avseende Etapp 1 A och 1 B samt etapp 2



SBUF-projekt 11138 och 11400

PMB identifiering av egenskaper i bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Delrapport avseende etapp 1 A och 1 B samt 2

**Skanska Sverige AB
Teknik Väg och Asfalt
Thorsten Nordgren**

Förord

Detta projekt har utförts med anslag från SBUF och Vägverket Region Väst.

Denna rapport utgör en av flera som kommer att publiceras med anledning av det omfattande arbete som pågår med den av Vägverket Region Väst initierade provvägen E 6 Geddeknippen - Kallsås.

Aktuell rapport är en uppdatering (komplettering) av tidigare rapport från etapp 1A och 1B som avhandlade den bakgrundstudie om användning av polymermodifierat bitumen som är genomförd genom kontakter med experter och leverantörer av polymermodifierat bitumen. Samt den laboratoriestudie som är genomförd för utvärdering av 4 stycken möjliga polymermodifierade bitumen för bundet bärlager på provvägen.

Genomförande etapp 2 behandlar val av polymermodifierat bitumen för bindlagerbeläggning. Och är en laboratoriestudie av 6 olika varianter av polymermodifierat bitumen som bedömts lämpliga för bindlagerbeläggning.

Ett stort tack riktas till alla besökta företag och dess representanter för den genomarbetade och gedigna information som erhållits inom ämnesområdet polymermodifiering av bitumen.

Ett stort tack riktas även till personalen vid VTC-Västs laboratorium i Gunnilse samt personalen hos Pankas AS som under stor tidspress klarat av att utföra alla analyser och provblandningar av bitumen och asfaltmassor.

I denna utgåva är sammanfattningen från den tidigare rapporten kompletterad samt att avsnitten 10 och framåt är nyskrivna.

Någon bilaga har även ersatts med senare revidering.

Under projektets gång har även arbetsgruppen för etapp 2 utökats med fler personer. Från Vägverket VVÄ har Bo Sandström tillkommit samt att NCC Roads lokalt har representerats av Karl - Johan Aksell, även representant från Pankas AS har deltagit i många arbetsgruppsmöten.

Mölndal maj 2004

Thorsten Nordgren
Ansvarig projektledare

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Sammanfattning

Med anledning av den provväg som initierats av Vägverket Region Väst avseende bundna lager har detta projekt kommit till stånd. Målsättningen med provvägen är att verifiera att beläggningar utförda med polymermodifierat bitumen är kostnadseffektiva. Man vill även få en ökad kunskap i branschen om effekten av att använda polymermodifierat bitumen. För att göra detta har Vägverket tillsammans med "gamla asfaltföreningen FAS" tillsatt en speciell styr- och referensgrupp för provvägen med representanter från beställare och entreprenörer. Styr- och referensgruppen skall vara behjälplig med att bland annat ta fram underlag för val av varianter av polymermodifierat bitumen att användas på provvägen, följa utförandet och den långsiktiga uppföljningen. För de olika beläggningslagren (bundet bärlager, bindlager och slitlager) skall ett antal varianter av polymermodifierat bitumen väljas ut, som i första hand förbättrar de av gruppen utpekade prioriterade egenskaperna för respektive beläggningslager.

Inom ramen för detta projekt har det genomförts en så kallad bakgrundstudie (etapp 1 A) genom att utvalda delar av styr och referensgruppen som finns för provvägen varit i kontakt med nationella och internationella experter. Man har diskuterat om viktiga egenskaper hos polymermodifierade bitumen som förändrar funktionella egenskaper i en asfaltbeläggning eller asfaltmassa. Några av de viktigaste egenskaperna anses vara ökad styvhet i bituminet och ökad elasticitet (flexibilitet) för att förbättra funktionella egenskaper som tex. deformationsresistens och lastfördelning.

Ettap 1B utvärdering av polymermodifierat bitumen för bundet bärlager.

Utifrån ett antal olika förslag på lämpliga polymermodifierade bitumen med egenskaper lämpliga för ett bundet bärlager har som en etapp 1B i detta projekt utförts en laboratoriestudie med 4 olika varianter av polymermodifierat bitumen. Förändring av funktionella egenskaper såsom flexibilitet (styvhetsmodul provad vid tre temperaturer), deformationsresistens och utmattningsegenskaper har studerats.

Av denna studie framgår att de funktionella egenskaperna påtagligt kan förändras genom att använda olika typer av polymermodifierat bitumen. Eftersom man genom polymermodifiering av bitumen kan påverka ett antal egenskaper hos bitumen är det viktigt att försöka identifiera vilken egenskap i aktuellt beläggningslager som man vill förbättra utan att för den skull försämrar övriga egenskaper. För bundet bärlager i provvägen är det beläggningsens utmattningsmotstånd som är den egenskap som är prioriterad. Som den variant av polymermodifierat bitumen att användas för provvägen, har man från denna undersökning föreslagit en PMB 100/150 - 75 som polymermodifierat bitumen för

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 2 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

bundet bärlager. Motivet är att detta bitumen i genomförd laboratoriestudie har visat på de bästa egenskaperna avseende utmattning.

Ettapp 2 utvärdering av polymermodifierat bitumen för bindlager beläggning.

Sex stycken varianter av polymermodifierat bitumen som bedömts kunna ge positiv påverkan avseende den prioriterade egenskapen deformationsresistens hos en bindlagerbeläggning har utvärderats i en laboratoriestudie.

Även hos dessa varianter av polymermodifierat bitumen kan konstateras att olika funktionella egenskaper erhålls på analyserade beläggningsprover. Vi har så här långt kunna konstatera att det är mycket svårt att utifrån egenskap hos bituminet försöka förutsäga förväntad egenskap i beläggning.

Idag ses inte någon möjlighet att utifrån egenskap i bitumen välja optimal bitumenprodukt, utan att göra några studier av funktionella egenskaper av beläggning (asfaltmassa) i laboratorium eller provytor. Så småningom när vi ökat användningen av polymermodifierade bitumen och byggt upp en erfarenhet av att använda olika typer av PMB kommer vi nog att ha några utvalda varianter som är lämpliga för olika beläggningslager.

I laboratoriestudien har styvhetsmodul vid tre temperaturer bestämts samt dynamisk krypstabilitet och spårkörningsresistens i wheel-track utrustning vid 60 grader C. Två typer av wheel-track utrustning har används i denna studie ” fransk ” där analysen utförs torrt och ” Hamburger ” där analysen utförs under vatten.

Av de sex utvärderade bindemedelsvarianterna skall två användas för utvärdering i fält på provvägen.

I princip har alla provade varianter i denna undersökning givit förhållande viss bra egenskaper mätt som dynamisk krypstabilitet (relativt låga värden) med relativt liten skillnad mellan de olika provade varianterna. När det gäller deformations egenskaper i wheel-track har det blivit något lite större skillnad mellan de olika varianterna.

Man kan även konstatera att när det gäller provning av flexibilitet (styvhetsmodul vid tre temperaturer) klarar ingen av varianterna (inklusive använd referens som är en penetrationsbitumen B 50/70) de kravnivåer som finns i ATB-Väg 2003 för samtliga tre temperaturer.

Efter att ha gått igenom alla analysresultat samt diskuterat olika möjligheter fram och tillbaka har vi inom arbetsgruppen enats om att föreslå två varianter inom

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 3 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

samma beteckning (standard) PMB 50/70-53 som kandidater att användas på provvägen.

Skillnaden mellan dem är att de är tillverkade av de två polymerfamiljerna elastomerer och plastomerer. I detta fall SBS (Styren-Butadien-Styren) och EVA (Etyl-Vinylacacetat).

Skillnaden mellan valda varianter ligger i att EVA modifierade polymerbitumen anses ge något styvare bitumen och ger inte lika stor elasticitet som SBS modifierade bitumen. Om detta leder till olika egenskaper under lång tid skall bli intressant att följa på aktuell provväg.

Ute i Europa finns det i vissa länder en tendens till att för bindlager använda styva EVA modifierade bitumen i stället för mer elastiska SBS modifierade varianter.

Inom arbetsgruppen såg vi det därför som mycket intressant att ställa de två typerna av polymermodifierat bitumen inom samma klass mot varandra framför att utvärdera bitumen från två olika klasser inom specifikationen.

Innehållsförteckning

1 Bakgrund.....	8
2 Arbetsgång för genomförande av provväg E 6 Geddeknippeln - Kallsås.....	9
2.1 Framtagande av teknisk beskrivning för upphandling och utförande av provväg.....	9
2.2 Förstudie och bakgrundsundersökning.....	9
2.3 Utifrån förstudien identifiering av möjliga varianter av polymermodifierat bitumen för laboratoriestudie av funktionella egenskaper hos beläggningssmassa.....	9
2.4 Val av produkter för användning i provvägen.....	10
2.5 Utförande av provväg och analys av respektive beläggningsslagers funktionella egenskaper.	10
2.6 Långsiktig uppföljning och utvärdering av egenskaper hos utförd provväg.....	10
3 Syfte.....	11
4 Genomförande.....	11
5 Projektorganisation	12
Etapp 1 A	
6 Kontakter med internationella leverantörer och produktutvecklare.....	13
6.1 Generella motiv för användning av polymermodifierat bitumen i olika beläggningsslag vilka det råder god överensstämmelse mellan alla bolag.	13
6.2 Egenskaper om vilka det fanns vissa åsiktsskillnader mellan de olika bolagsrepresentanterna.....	14

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

6.3 Diskussion om den specifikation avseende polymermodifierat bitumen som finns i ATB-Väg 2002.....	14
6.4 Viktiga egenskaper för bitumen till bundet bärlager.....	16
6.5 Viktiga egenskaper för bitumen till bindlager.....	16
6.6 Viktiga egenskaper för bitumen till slitlager.....	17
6.7 Försöksupplägg och övriga diskussioner.....	18
 Ettapp 1 B	
7 Laboratoriestudie av olika polymermodifierade bitumen för bundet bärlager.....	20
7.1 Val av fyra varianter av polymermodifierat bitumen (PMB) för utvärdering av funktionella egenskaper bundet bärlager i laboratorium.....	20
7.2 Analysdata för använda polymerbitumen.....	22
7.3 Recept och provblandningar.....	23
7.4 Tillverkning av beläggingsplattor och framställning av lämpliga provkroppar för analys av olika funktionella egenskaper.....	24
8 Analysresultat.....	26
8.1 Flexibilitet.....	26
8.2 Dynamisk krypstabilitet.....	30
8.3 Utmattningsegenskaper	31
9 Rekommendation om variant av polymerbitumen att användas för utvärdering bundet bärlager på provväg.....	33
9.1 ITR-kvot (Vattenkänslighet).....	34

Etapp 2

10 Laboratoriestudie utvärdering av olika polymermodifierade bitumenvarianter lämpliga för bindlagerbeläggning med bra egenskaper avseende deformationsresistens.	35
10.1 Val av lämpliga varianter av polymermodifierat bitumen (PMB) för utvärdering i laboratorium av funktionella egenskaper för bindlager.	37
10.2 Sammansättning och analysdata för använda varianter av polymermodifierat bitumen.	37
10.3 Recept och provblandningar samt analyser av funktionella egenskaper.	39
11 Analysresultat funktionella egenskaper bindlager.	42
11.1 Styvhetsmodul (flexibilitet).	42
11.2 Dynamisk krypstabilitet.	45
11.3 Spårkörnings resistens Wheel-Track.	47
12 Rekommendation avseende varianter att användas för utvärdering av bindlager (ABb) på provväg.	53
12.1 ITSR-Kvot (Vattenkänslighet).	54
13 Kommentarer, slutsatser och rekommendationer.	56
Bilagor	

1 Bakgrund

Våra vägar utsätts för allt större och större påkänningar med en accelererad nedbrytning som följd.

Många experter gör gällande att vissa av de påkänningar som asfaltbeläggningar utsätts för av trafiken inte går att klara med normala penetrationsbitumen (standardbitumenkvaliteter), utan att man måste modifiera bitumenet med till exempel polymera tillsatser.

I vår omvärld har andelen polymermodifierat bitumen stadigt ökat för högpresterande asfaltbeläggningar. I vissa länder i Europa med hög trafikintensitet börjar andelen av polymermodifierat bitumen (PMB) för vägändamål nå nivåer på ca 10 –15 % av totala bitumenförbrukningen. I Sverige ligger nivån på ca 1- 2 % av totala bitumen förbrukningen. Även i Sverige har det konstaterats att det går att åstadkomma förbättrade funktionella egenskaper hos asfaltbeläggningar genom att arbeta med polymermodifiering av asfaltmassa och bitumen. Vi har dock relativt begränsad erfarenhet om vilka polymermodifierade bitumenprodukter som är optimala och kostnadseffektiva för väghållaren.

För att verifiera att beläggningar tillverkade med polymermodifierat bitumen är kostnadseffektiva har Vägverket Region Väst låtit utföra en provväg i samband med den fortsatta utbyggnaden av E 6 genom Bohuslän. Byggstart av aktuell provväg var hösten 2002 och med första beläggningsarbetena under beläggningssäsongen 2003.

Utöver ovanstående vill Vägverket med provvägen även försöka att verifiera om de egenskaper som finns uppställda i ATB-Väg kapitel F5 är relevanta.

För att ta tillvara på den kunskap som finns i Sverige och även få en spridning av kompetensen har Asfaltföreningen FAS erbjudits att vara delaktig i arbetet runt provvägen. Genom Asfaltföreningens tekniska utskott har utsetts en styr- och referensgrupp med representanter från bla. entreprenörerna som tillsammans med Vägverket Region Väst aktivt skall följa arbetet runt provvägen. Styr- och referensgruppen skall även vara behjälplig med framtagande av tekniska anvisningar för provvägen samt vara med och ge förslag på lämpliga bitumenkvaliteter. Gruppen skall även följa utförandet och den långsiktiga uppföljningen.

I förutsättningarna för provvägen var det tänkt att i provsträckorna för respektive beläggningslager (bestående av bundet bärlager, bindlager och slitlager) skall det ingå två varianter av polymermodifierat bitumen. För det bundna bärlagret har

man beslutat att gå ner till en variant, för att i stället ge utrymme för en konstruktion med polymermodifierade bitumen genom hela konstruktionen.

Aktuella provsträckor framgår av bilaga 1

I första hand skall polymermodifierat bitumen väljas utifrån de kvaliteter som finns upptagna i nya specifikationen för Polymermodifierat bitumen i reviderade ATB-Väg för 2002.

2 Arbetsgången för genomförande av provvägen är enligt nedan.

2.1 Framtagande av teknisk beskrivning för upphandling och utförande av provväg.

Vägverket Region Väst har tillsammans med styr- och referensgruppen från branschen utarbetat en teknisk beskrivning i princip baserad på funktionella egenskaper enligt kapitel F 5 i ATB-Väg. (Bilaga 2)

2.2 Förstudie och bakgrundsundersökning.

Förstudien avser att försöka identifiera de egenskaper i ett polymermodifierat bitumen som bäst förväntas svara upp mot prioriterade funktionella egenskaper hos respektive beläggningslager.

Förstudien har utförts inom ramen för aktuellt SBUF-projekt genom att arbetsgruppen inom projektorganisationen har besökt eller varit i kontakt med potentiella leverantörer och experter inom området.

2.3 Utifrån förstudien identifiering av möjliga varianter av polymermodifierat bitumen för laboratoriestudie av funktionella egenskaper hos beläggningssmassa.

När aktuella bindemedel identifierats görs i laboratoriet analys av funktionella egenskaper hos asfaltmassor, med några utvalda varianter av polymermodifierat bitumen. Provblandningar i laboratoriemiljö med aktuellt stenmaterial genomförs för att få en indikering om hur olika funktionella egenskaper förändras, beroende på val av polymermodifierat bitumen. Stor vikt kommer att tas till hur framför allt den prioriterade egenskapen för respektive lager påverkas. Även andra funktionella egenskaper som är väsentliga för optimalt nyttjande i vägkonstruktionen kommer att analyseras.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Punkterna 2.2 och 2.3 är i allt väsentligt uppdraget för aktuellt SBUF-projekt.

Laboratoriestudien för provning av funktionella egenskaper för bundet bärlager ingår i denna deletapp av projektet och ingår i denna första delrapport från projektet.

2.4 Val av produkter för användning i provvägen.

Utifrån de resultat som kommer fram i laboratoriestudien ovan, lämnas förslag på variant av polymermodifierat bitumen som skall användas för utförande av provvägen.

2.5 Utförande av provväg och analys av respektive beläggningsslagers funktionella egenskaper.

Byggande av väg, inklusive utförande av provsektioner och initialprovning av funktionella egenskaper på utförd beläggning.

Utöver rent materialtekniska egenskaper kommer även instrumentering och mätningar av olika egenskaper i fält att äga rum.

NCC Roads är entreprenör för bygget av E 6 Geddeknippen - Kallsås där även utförande av provvägen ingår i entreprenaden, samt initial provning av funktionella egenskaper på utförd beläggning.

2.6 Långsiktig uppföljning och utvärdering av egenskaper hos utförd provväg.

Långtidsuppföljning av mätvärden från instrumentering inklusive analys av förändringen av beläggningarnas funktionella egenskaper efter 5 – 7 års nyttjande av vägen. Till provvägen finns kopplat industridoktorander som skall hjälpa till med dokumentation och långsiktig uppföljning.

I de inledande möten som varit för den gemensamma arbetsgruppen runt provvägen, har det varit relativt enkelt att för respektive beläggningsslag identifiera vilken av de funktionella egenskaperna hos en beläggning som skall betraktas som den prioriterade funktionella egenskapen.

När det gäller val av lämpliga bindemedel för att uppnå den/de prioriterade egenskaperna är situationen något mer komplex. Även om vi fått en ny specifikation för polymermodifierat bitumen i ATB-Väg så finns ingen vägledning för vilka produkter som skall användas för att uppnå olika funktionella egenskaper i respektive beläggningsslag.

Med anledningen av ovanstående initierades aktuellt projekt.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 10 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

3 Syfte

Att identifiera lämpliga egenskaper hos polymermodifierat bitumen om möjligt inom ramen för den specifikation som finns i ATB-Väg. Vidare skall undersökas hur olika egenskaper i ett polymermodifierat bitumen påverkar (förändrar) prestanda hos asfaltmassa / beläggning, främst avseende prioriterande funktionella egenskaper för respektive beläggningsslager.

Att genom laboratoriestudier försöka ta fram ett bra underlag för de olika beläggningsslagren för val av lämplig bitumenkvalitet att användas för utförande på provsträckor.

Försöka att ta fram en handledning (lathund) för val av polymermodifierade bitumenkvaliteter utifrån funktionella egenskaper hos en beläggning.

4 Genomförande

Att genom kontakter med nationella och internationella producenter och forskare inom ämnesområde polymermodifiering av bitumen, försöka att identifiera de viktigaste egenskaperna hos ett polymermodifierat bitumen, som förväntas ge förbättrade funktionella egenskaper. Helst skall om möjligt den egenskap i ett bitumen identifieras som har största inverkan på den för varje beläggningsslager utpekade prioriterade egenskapen (Etapp 1 A av aktuellt projekt).

Att i laboratoriet utföra provblandningar och utvärdering av ett antal möjliga formuleringar av polymermodifierat bitumen och dess effekt på olika asfaltmassors funktionella egenskaper. Främst skall de funktionella egenskaperna i ATB-väg kapitel F5 för respektive beläggning undersökas. För varje beläggningstyp finns minst en egenskap utpekad som prioriterad.

För de olika lagren är följande egenskap prioriterad.

Bundet bärlager (AG)	Utmattningsmotstånd /Styvhet
Bindlager (ABb)	Stabilitet
Slitlager (ABS)	Nötningsresistens/Stabilitet

Respektive beläggning utgör vardera en deletapp i aktuellt SBUF-projekt

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 11 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Föreslå till styr- och referensgruppen för provvägen den/de varianter av polymermodifierat bitumen som skall användas för respektive lager på de olika försökssträckorna.

5 Projektorganisation

Detta projekt har letts av en kombinerad styr- och referensgrupp och operativ arbetsgrupp, bestående av nedanstående personer. Samtliga ingår även i den något större styr- och referensgrupp som finns mellan Asfaltföreningen FAS tekniska utskottet och Vägverket Region Väst.

Hur arbetet har framskridit i detta projekt har kontinuerligt rapporterats i samband med möten i den stora projektgruppen för provvägen.

Nedanstående personer har deltagit i det operativa arbetet för detta projekt.

Hans Stjernberg	Vägverket Region Väst
Pereric Westergren	Vägverket HK Borlänge
Nils Ulmgren	NCC Roads
Lennart Holmqvist	PEAB Asfalt
Thorsten Nordgren Projektledare	Skanska Asfalt och Betong

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 12 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Etapp 1 A

6 Kontakter med internationella leverantörer och produktutvecklare.

För att få råd samt möjlighet att diskutera olika och viktiga egenskaper i polymermodifierat bitumen har under sommaren och hösten 2002 arbetsgruppen besökt eller bjudit in representanter för nedanstående företag.

Westbit// BP

Nynäs

Shell

Total/Fina/Elf

Pankas AS

NCC Roads Norge

Vid dessa träffar har vi fått ett mycket positivt och engagerande mottagande med bra och väl förberedda genomgångar. Alla bolag har ställt upp med mycket kompetent och kunnig personal, med internationell erfarenhet från många olika länder. Utifrån en översiktlig presentation av förutsättningarna för provvägen har vi med samtliga företag fört en konstruktiv diskussion och fått en gedigen genomgång av viktiga saker att ta hänsyn till.

Även om man i det stora hela är ganska ense om argumenten för att använda polymermodifierat bitumen för att höja prestanda hos asfaltbeläggningar, finns det vissa principiella skillnader avseende de förslag som de olika företagsrepresentanterna gav.

6.1 Generella motiv för användning av polymermodifierat bitumen i olika beläggningsslag om vilka det råder god överensstämmelse mellan alla bolag.

– Styvare bitumen med bättre motståndsförmåga mot spårbildning förorsakad av plastiska deformationer i beläggningsslagren.

–Bättre sammanhållning i beläggningen (kohesion hos bindemedlet).

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 13 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

–Beroende på polymertyp erhålls förändrade elastiska egenskaper i det modifierade bituminet, och även i asfaltkonstruktionen.

–Förbättrat temperaturspann hos bituminet. (Tex. angiven som skillnad mellan Brytpunkt och Mjukpunkt). Vilket i princip innebär att man kan erhålla polymermodifierat bitumen med bibehållna egenskaper vid låga temperaturer och förbättrade egenskaper vid högre temperaturer.

6.2 Egenskaper om vilka det fanns vissa åsiktsskillnader mellan de olika bolagsrepresentanterna.

Förbättrade utmattningsegenskaper. Alla var i princip överens om att utmattningsegenskaperna hos en beläggning borde förbättras genom polymermodifiering av bituminet. Dock har man lite olika uppfattning om det är elasticiteten eller styvheten som ger effekten, eller någon form av kombination mellan dessa egenskaper. Det fanns inte någon som kunde verifiera genom tekniska undersökningar att man verkligen uppnår förbättrade utmattningsegenskaper genom att använda ett polymermodifierat bitumen.

När det gäller vidhäftning mellan bitumen och stenmaterial var man inte helt överens om att polymermodifierat bitumen i alla lägen ger bättre vidhäftningsegenskaper mot ett givet stenmaterial. Man måste ta hänsyn till geologi och kemi hos stenmaterialet samt typ av polymer och egenskaper i basbitumen. Att det inte finns någon egenskap i bitumen som kan analyseras avseende vidhäftning var dock alla helt på det klara med. Man måste undersöka aktuella material tillsammans. Den ökade kohesionen som de flesta polymermodifierade bitumen har, angavs av många som en positiv egenskap som borde ge förbättrade resultat vid analys av vidhäftnings- egenskaperna.

6.3 Diskussion om den specifikation avseende polymermodifierat bitumen som finns i ATB-Väg 2002.

I samband med träffarna diskuterades även hur man såg på den nya ”preliminära” specifikationen avseende polymermodifierat bitumen som införts i ATB-Väg 2002.

De flesta företag kände igen sig utifrån de diskussioner som pågår i olika länder runt om i Europa, med eller utan behov av specifikation för polymermodifierat bitumen.

Det råder en mycket klar samstämmighet att de metoder vi har för vanligt penetrationsbitumen inte är tillfyllest för att karakterisera polymermodifierade bitumen fullt ut.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 14 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Man var inte heller helt säker på att det synsätt som kommer från USA genom SHRP-programmet var det helt rätta, med en bitumenspecifikation som är baserad på analys av funktionella egenskaper. De metoder som man valt i USA och det sätt som man hanterar data är inte helt anpassade för att fullt ut beskriva relevanta egenskaper hos ett polymermodifierat bitumen. Någon form av förändrad bearbetning av de mätdata som de nya funktionella mätmetoderna ger, är sannolikt nödvändigt för att bättre beskriva relevanta egenskaper hos ett polymermodifierat bitumen.

Flera av de vi träffade hänvisade till att man hade stora förväntningar på det arbete som påbörjats i Europa att ta fram nästa generations bitumenspecifikation. Med en inriktning på funktionella egenskaper hos bitumen, med såväl standard penetrationsbitumen och polymermodifierade bitumen inom samma specifikation.

De flesta var övertygade om att någon form av reologisk analys var bättre på att på ett riktigt sätt beskriva rätt egenskaper hos ett polymermodifierat bitumen. Men exakt hur resultaten skulle bearbetas och hanteras var man inte helt överens om.

Det finns givetvis vissa skiljelinjer för vilken ”roll” en ny specifikation för bitumen skall ha. Många hävdar att primära syftet med en bitumenspecifikation är att reglera de kontraktsmässiga förhållandena mellan köpare och säljare, och att ”funktionella egenskaper” bör provas på slutprodukten beläggning eller möjligen asfaltmassa. Många menade att det är fel att tro att man kan förutsäga egenskaper i en beläggning utifrån receptbaserade eller funktionella egenskaper i ingående komponenter.

Flera representanter påpekade, att samverkan mellan olika ingående material och sättet på vilket slutprodukten produceras har inverkan på de funktionella egenskaperna.

Alla var överens om att en ökad kunskap om ingående materials egenskaper behövs, för att kunna välja rätt produkt, dock fanns en viss tveksamhet till att den ökade kunskapen skulle ske genom detaljspecificering

När det gäller att visa på förbättrade egenskaper gjorde i princip alla detta genom att visa på resultat från jämförande provning på asfaltmassa eller beläggning istället för att visa på någon egenskap i själva bituminet. Det fanns ingen som visade på någon bitumenegenskap när det gällde tex. motståndsförmåga mot plastiska deformationer. Alla hänvisade till någon provning på asfaltmassa eller beläggning.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 15 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

6.4 Viktiga egenskaper för bitumen till bundet bärlager.

Det bundna bärlagret var nog det beläggningslager som enskilt var föremål för flest och mest omfattande diskussioner. Främst beroende på att man generellt har liten erfarenhet av att använda polymermodifierade bitumen i detta beläggningslager. Flertalet av experterna menade på att man kunde bygga upp tillräcklig styvhet för detta lager genom att använda ”hårdare” standard kvaliteter. Många ställde sig väldigt frågande till varför vi i Sverige normalt använder så mjukt bitumen som B 160/220 till bundet bärlager. Med ett hårdare bitumen för bundet bärlager menade så gott som alla att man får en bättre lastfördelning och därmed mindre påkänning på de obundna lagren. Trots våra inlägg att vi i Sverige har ”dåliga” undergrunder bestående av lera och stora rörelser på grund av tjäle förordade man styvare bitumen även i det bundna bärlagret för att bygga vägar med mindre spårbildning.

När vi specifikt diskuterade egenskaper i polymermodifierade bitumen för att uppnå bättre egenskaper i bundna bärlager var det stora flertalet inne på att ”elasticiteten/flexibiliteten” hos bituminet nog är den egenskap som borde ge mest tillskott när det gäller utmattningsegenskaper. Utmattning är den egenskap som för provvägen är definierat som prioriterad egenskap för bundna bärlager.

Av de olika förslag på produkter att användas till det bundna bärlagret vi fick från de olika bolagen, finns såväl mycket styva elastiska produkter som mjuka elastiska produkter.

Så vitt vi kan bedöma var ingen av de föreslagna produkterna ett polymermodifierat bitumen av plastomertyp för bundet bärlager.

6.5 Viktiga egenskaper för bitumen till bindlager.

När det gäller egenskaper för bitumen till bindlager rådde det mycket stor enighet mellan alla aktörer, att den i särklass viktigaste parametern för att uppnå bästa möjliga stabilitet, var att använda ett polymermodifierat bitumen med största möjliga styvhet i temperaturområdet 30 - 60 grader.

Om det var enighet om att styvheten var den viktigaste parametern, rådde lite mer blandade åsikter om hur man på bästa sätt åstadkom detta och hur man skulle mäta denna egenskap hos bitumen.

När det gäller polymermodifiering av bitumen, där styvhet i bituminet är prioriterat så börjar man se en rörelse i vissa länder i Europa, att andelen bitumen

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 16 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

modifierad med polymerer av plastomertyp ökar på bekostnad av polymerer av elastomerertyp (SBS-modifierade bitumen).

Huruvida det är enbart bitumenstyvhet eller om elasticiteten eller en kombination av båda som ger förbättrade stabilitetsegenskaper har de flesta svårt att avgöra. Men helt klart är att samtliga visar på att man uppnår påtagligt förbättrade stabilitetsegenskaper vid användning av polymermodifierade bitumen i bindlagerbeläggningar. Detta verifieras i samtliga fall genom att visa på jämförande studier av asfaltmassa/beläggning och inte på enskild bitumen egenskap.

Att använda mycket styva polymermodifierade bitumen för bindlager såg man inte någon direkt fara i. I princip är det hanterbarheten av asfaltmassan under utförandeprocessen som är den tekniska begränsningen för hur styvt man kan göra ett bindemedel för bindlagerbeläggningar.

6.6 Viktiga egenskaper för bitumen till slitlager.

När det gäller egenskaper avseende bitumen för slitlagerbeläggningar framfördes i princip samma egenskaper hos bitumen för slitlager som de som framförts för bindlager. Dvs. hög styvhet inom temperaturspannet 30 - 60 grader C för att undvika spårbildning förorsakad av deformationer. För Sverige där vi tillåter dubbdäck var man dock inne på att utöver styvhet så borde elasticitet vara positivt. Resonemang fördes om att då bruket är elastiskt och fjädrar lite när stenen utsätts för ”slag” från dubbarna borde den rena avnötningen bli mindre. Det finns vissa indikationer på att detta resonemang är riktigt då man har sett ett minskat slitage på provsträckor som utförts med polymermodifierat bitumen i slitlagret.

Vidare skulle man även ta i beaktande att ytan mycket snabbt kunde växla i temperatur, och att man därför inte borde använda för styva bitumen som är känsliga mot snabba temperaturväxlingar.

För slitlagren framfördes även egenskaper som förbättrad resistens mot kemikalier och avsningsmedel som en parameter som man definitivt inte skulle bortse från.

Det påpekades även vikten av att använda de möjligheter som ett polymermodifierat bitumen ger i proportioneringen av asfaltmassan. Tex. nämndes att genom att använda polymermodifierat bitumen i stället för standard penetrationsbitumen skulle man kunna gå ner något i hållrumshalt, utan att få en beläggning som automatiskt blir plastisk, men med förbättrad varaktighet (beständighet) som följd.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 17 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

6.7 Försöksupplägg och övriga diskussioner.

I samband med de träffar vi haft diskuterades utöver rena bindemedelsfrågor även upplägget av provvägen och dess uppföljning.

I princip tyckte man att upplägget var bra och att det var positivt för hela beläggningsbranschen att man visade att det går att göra asfaltbeläggningar som klarar av högt ställda funktionskrav.

Ur utvärderingssynpunkt är tänkt att bara en ingående parameter skall förändras. Ingående standardbitumen skall bytas rakt av mot ett alternativt, två polymermodifierade bitumen i respektive beläggningsslager.

Det framfördes vissa synpunkter på att man i respektive lager inte utnyttjade de verkliga möjligheterna som ett polymermodifierat bitumen ger möjlighet till.

*Det stora flertalet menade att ett polymermodifierat bitumen i princip behövde en ändrad proportionering för att man verkligen skulle uppnå **optimalt förbättrade egenskaper och prestanda** hos aktuell beläggning.*

När det gäller förslag på lämpliga polymermodifierade bitumen för respektive lager föreslog alla företag utom Pankas A/S företagsspecifika bitumen varianter, med i princip sekretessbelagda formuleringar. Pankas deklarerade direkt att man hellre såg att man för detta projekt tillverkade standardprodukter efter specifikation och i samförstånd, än att använda företagsspecifika varianter av polymerbitumen. Även på rak fråga till övriga företag om man eftersom det var en försökssträcka kunde tänka sig att deklarerat hur respektive bindemedel var sammansatt (receptet) kom det från de flesta håll negativa signaler. Nynäs deklarerade dock att man efter samråd kunde tillverka olika lämpliga polymerbitumenvarianter utifrån den specifikation som finns i ATB-Väg 2002.

För att kunna göra en teknikupphandling utan konkurrens är det krav i upphandlingsförordningen, att öppenhet råder och det finns möjlighet för alla intressenter att ta del av den redovisning som görs i projektet. Utifrån ovanstående har man från Vägverket Region Väst beslutat om att man kommer att tillhandahålla polymermodifierat bitumen till utförandet av provytorna.

Vägverket har föreslagit den styr- och referensgrupp som finns mellan Vägverket och Svenska asfaltföreningen (FAS) att Pankas A/S Danmark anlitas som producent av de olika polymermodifierade bitumen som skall användas för detta projekt, inklusive laboratorieblandning av olika varianter som kan vara aktuella för laboratoriestudien av funktionella egenskaper för de olika beläggningsslagen.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 18 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Styr- och referensgruppen har inte haft några invändningar och Vägverket har upphandlat denna tjänst av Pankas A/S.

Ettapp 1 B

7 Laboratoriestudie av olika polymermodifierade bitumen för bundet bärlager.

För att kunna ta fram ett förslag på huvudkandidat av polymermodifierat bitumen för bundet bärlager har en laboratoriestudie med fyra olika varianter av polymermodifierat bitumen genomförts. I förutsättningarna för detta arbete ingår att entreprenören (NCC) till projektgruppen skall lämna förslag på standard-produkt som uppfyller ställda funktionella krav enligt tekniska anvisningar framtagna för provvägen.

Efter genomförda provläggningar har NCC överlämnat förslag på ett arbetsrecept för en AG 22 med bitumen B 100/150 att användas som utgångsrecept för de studier av olika varianter av polymermodifierat som skall ske.

Tillverkning av föreslagna polymerbitumenvarianter har utförts av Pankas i Danmark. I deras åtagande har även ingått att analysera egenskaper i enlighet med ATB-Vägs specifikationen i anslutning till tillverkningen på alla varianter.

När det gäller blandning, packning och analys av funktionella egenskaper hos asfaltmassa (beläggning) har detta utförts av Skanskas Vägtekniska Center i Gunillse (VTC-Väst). Dock har analys av utmattningsegenskaper utförts av VTI i Linköping.

7.1 Val av fyra varianter av polymermodifierat bitumen (PMB) för utvärdering av funktionella egenskaper bundet bärlager i laboratorium.

Av de förslag på polymermodifierat bitumen att användas för bundet bärlager som de olika företagen redovisade i de kontakter som beskrivits ovan. Framkom det i princip två skolor efter vilka kriterier som man skall välja produkt till bundet bärlager för att förbättra de prioriterade funktionella egenskaperna utmattningsstyrhet och flexibilitet.

1 Att använda ett modifierat bitumen med hög styvhet som ger hög styvhetsmodul åt beläggningen och därmed mindre påverkan på underliggande lager, med förbättrade utmattningsegenskaper som följd.

2 Att använda ett något mjukare bitumen med större flexibilitet, gärna modifierat genom att använda polymerfamiljen SBS som normalt ger bitumen med bra elastiska egenskaper, och höga tal avseende provning av elastisk återgång.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 20 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Inom detta projekt har man försökt värdera ovanstående, samt även försökt att värdera vilken av de parametrar i bitumen specifikationen för PMB som bäst harmoniserar med de två synsätten ovan.

För att karakterisera styvhet hos bitumen finns i nuvarande ATB specifikation inte någon fastställd analysmetod som direkt mäter bindemedlets styvhet. Det finns dock reologiska mätmetoder som direkt mäter styvheten hos bitumen vid olika temperaturer och belastningar, men de är för närvarande inte med i gällande specifikation. Men av de som finns i nuvarande specifikation är den allmänna uppfattningen att Mjukpunkt K&R eventuellt kan vara den enskilda parameter som är ett indirekt mått på styvheten. Givetvis erhålls en viss information även från penetrationen vid 25 grader och i viss mån viskositeten vid olika temperaturer.

När det gäller flexibilitet borde av de standardparametrar som finns i PMB specifikationen, elastisk återgång kunna vara den bitumenegenskap som eventuellt visar på en effekt när det gäller flexibilitet och utmattning. Utifrån ovanstående har man funderat och försökt värdera vilka möjliga varianter av polymermodifierat bitumen som skall ingå i laboratoriestudien av polymermodifierat bitumen för bundet bärlager. Efter moget övervägande har följande fyra varianter föreslagits av arbetsgruppen för detta projekt.

PMB 100/150 - 75

PMB 100/150 - 43

PMB 50/100 - 75

PMB 50/70 - 53

Samtliga varianter skall tillverkas med polymer av elastomertyp vilket innebär att elastisk återgång skall vara större än 50 %. Utöver ovanstående 4 varianter av PMB kommer asfaltmassa tillverkad med standard penetrationsbitumen B 100/150 att finnas med som referens i alla undersökningar. Genom detta val kommer vi i princip att utvärdera två penetrationsklasser med olika modifieringsgrad hög och låg mjukpunkt inom varje klass.

7.2 Analysdata för använda polymerbitumen.

Egenskaper för de fyra PMB varianterna som utvärderats i denna laboratoriestudie framgår av nedanstående tabell. När det gäller referensbitumen av kvaliteten B 100/150 är endast penetration och mjukpunkt analyserade för att säkerställa att det är rätt produkt. Använt bitumen är hämtad hos Nynäs Bitumen depå Göteborg hösten 2002.

Egenskap	PMB 100/150 - 43	PMB 50/70 - 53	PMB 50/100 - 75	PMB 100/150- 75
Mjukpunkt K&R ° C	48,0	54,5	98,5	89,5
Penetration vid 25 ° C	126	58	86	123
Elastisk återgång 10 ° C	80%	69%	97%	93%
Brytpunkt Fraas ° C	-16	- 12	- 27	- 20
Viskositet (Brockfield)				
120 ° C Poise	9,25	15,70	90,00	34,25
135 ° C Poise	4,13	7,21	20,50	12,10
150 ° C Poise	2,35	3,60	10,25	5,95
175 ° C Poise	1,08	1,50	4,45	2,65
Force Ductility				
Temperatur	5 ° C	5 ° C	5 ° C	5 ° C
F max (N)	43,05	127,1	88,80	54,80
E` 20 cm (J)	3,468	10,36	10,31	3,695
E`r (J)	14,45	19,10	34,28	33,43
RFTOT				
Viktändring %	- 0,08	-0,04	- 0,07	-0,05
Ändring Mjukpunkt	+ 3,0 ° C	+ 7,5 ° C	- 5,0 ° C	- 1,0 ° C
Lagrings stabilitet Tubtest 72 h 180 ° C				
Mjukpunkt Toppen	51,0 ° C	56,0 ° C	91,5 ° C	90,0 ° C
Mjukpunkt Botten	51,5 ° C	56,0 ° C	91,0 ° C	91,5 ° C
Elastisk återgång 10 ° C toppen	74 %	73 %	83 %	93 %
Elastisk återgång 10 ° C Botten	78 %	74 %	79 %	94 %

Tabell 1 Analysdata från Pankas A/S avseende polymermodifierat bitumen 4 varianter, provblandningar till bundet bärlager.

För B 100/150 har vid analys erhållits en penetration av 127 och en mjukpunkt av 42,5 grader.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 22 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

7.3 Recept och provblandningar.

Utifrån översänt arbetsrecept avseende AG 22 B 100/150 från NCC asfaltverket Porsen Uddevalla (bilaga 3) har provblandningar gjorts. Innan asfaltverket stängdes för vinteruppehåll 2002- 2003 togs materialprov ut från anläggningens varm fickor. Detta material har sedan proportionerats så att man erhållit en korngradering som överensstämmer med aktuellt arbetsrecept. I en laboartorieblandare har man blandat asfaltmassa med olika bitumen kvaliteter. Alla blandningar har haft identiska uppvägningar av alla delmaterial.

I blandningen har ingått cement (standard - byggcement) med en halt av 1 %.

Bindemedelshalten har i samtliga blandningar varit 4,5 %

Enda skillnaden mellan olika blandningar har varit typen av polymermodifierat bitumen samt att man utifrån ovanstående analyser av egenskaper hos använt bitumen har korrigerat blandningstemperaturen (på stenmaterial och bitumen) så att man i princip erhållit ekvivalent viskositet för varje använd bitumensort. Man har även tagit hänsyn till att man inte skall få en förändring av använt bitumens egenskaper på grund av för hög temperatur vid blandning etc.

För de olika blandningarna har följande blandningstemperaturer använts

PMB 100/150 - 43	160 °C
PMB 50/70 - 53	170 °C
PMB 100/150 - 75	175 °C
PMB 50/100 - 75	180 °C

Ovanstående temperaturer är bestämda i samråd med Pankas A/S laboratoriechef Ulf Mårtensson för att även ta hänsyn till eventuell förändring av bindemedlets egenskaper och praktiska erfarenheter från att använda produkterna i fullskalig produktion.

Från början var det tänkt att man skulle försöka att minska ner antalet analyssteg som respektive produkt skulle genomgå. Alla produkter skulle analyseras avseende flexibilitet (styvhetsmodul vid temperaturerna 5 °C, 10 °C och 20 °C), och dynamisk krypstabilitet. När det gällde utmattningsegenskaper enligt VTI - metod och utförd av VTI, var det tänkt att antalet skulle kunna minskas något, dels eftersom det är en ganska tidsödande provning och även relativt dyr. På grund av att det inte fanns tillgänglig tid att utföra olika analyssteg (få underlag

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 23 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

för att eventuellt ta bort någon variant) beslutades om att trots allt analysera samtliga varianter avseende utmattning.

När det gäller bestämning av ITS-R-Kvot (vattenkänslighet) har det gått att följa den ursprungliga plan där vi beslutat att bara den variant som föreslås att användas på provvägen analyseras tillsammans med referensen (standard B 100/150).

7.4 Tillverkning av beläggningsplattor och framställning av lämpliga provkroppar för analys av olika funktionella egenskaper.

I direkt anslutning till blandningen har beläggningsplattor av storleken 600 * 400 mm tillverkats i laboratoriet. För detta ändamål har använts en fransk tillverkad utrustning benämnd ” Plate Compactor”



Bild 1 ”Plate compactor ” utrustning för packning av asfaltplattor.

Denna utrustning består i princip av ett höj- och sänkbart bord på vilket man placerar en form som är fylld med tempererad asfaltmassa. Massan packas genom att man rullar två gummiklädda hjul fram och tillbaka i olika tvärsektioner över plattan. Belastningstryck och lufttryck kan vid behov varieras. I aktuell undersökning har det för samtliga varianter varit i lufttryck av 5,0 KPa och ett belastningstryck på 5,0 Kpa, vilket är lika med de förutsättningar som är angivna i

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 24 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

original fransk metod. Packningsinsatsen bestäms genom att man antingen kör ett visst antal överfarter i varje position eller till en förutbestämd höjd. I detta fall har vi jobbat utifrån en förutbestämd höjd med en given mängd asfaltmassa. Teoretiskt erhålls på detta sätt likartad skrymdensitet (volymskrym) genom att samma mängd massa använts för alla provblandningar.

Som riktvärde för den skrymdensitet som plattorna skulle packas till användes motsvarande skrymdensitet som NCC fått på borrkärnor från utförd provyta av AG 22 B 100/150 nämligen $2,383 \text{ g/cm}^3$. För att hitta rätt höjd som plattorna skulle packas till, gjordes en provplatta innan huvudarbetet startade. Från denna platta togs borrkärnor för att bestämma förhållandet mellan skrymdensitet bestämd genom mätning med skjutmått (volymskrym) och bestämd med vattenmetoden. Erhållen skillnad (faktor) från denna platta har används genomgående för alla varianter av modifierat bitumen.

I praktiken har det visat sig att de olika varianterna av polymermodifierat bitumen har givit lite olika skrymdensiteter på upptagna provkroppar. Troligtvis är det så att de olika bitumensorterna tar packning på lite olika sätt. Någon variant har även av personalen som utfört arbetet upplevts som ” gummi liknade” vilket innebär att den varit fjädrande och svår att behålla konstant tjocklek på.

Beroende på vilken tjocklek som behövs på provkropparna för aktuell analys anpassas tjockleken på beläggningsplattorna. För de analyser som är aktuella i denna undersökning har för vardera bindemedelsvarianten två plattor tillverkats av respektive bitumensort med en slutgiltig tjocklek av 70,0 mm. På två varianter (referens + en variant PMB) har dessutom ytterligare en platta tillverkats med en tjocklek 60,0 mm för analys av vattenkänslighet.

Precis som vid blandningsförfarandet har man anpassat packningstemperaturen på så sätt att man har försökt att påbörja packningen vid en så lika ekvivalent viskositet som möjligt för varje använd variant av PMB.

Aktuella temperaturer vid påbörjandet av tillverkning (packning) av plattor har för respektive modifierat bitumen varit

PMB 100/150 - 43	150 - 160 °C
------------------	--------------

PMB 50/70 - 53	160 - 170 °C
----------------	--------------

PMB 100/150 - 75	160 - 170 °C
------------------	--------------

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 25 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Efter det att beläggningsplattorna har svalnat ner minst 24 timmar har cylindriska provkroppar med såväl 100 mm diameter som 150 mm diameter borrats för att erhålla lämpliga provkroppar för respektive analys. Provkropparna har innan analys sågats ner till en tjocklek av 60 mm genom två sågsnitt. För bestämning av ITSR-Kvot har provkropparna sågats till 50 mm med dubbla sågsnitt. Anledningen till att man valde dubbla sågsnitt även för denna analys är att man efter packning med gummi hjulet inte får en helt jämn överyta, och är inte ytan bra blir det svårt att mäta enligt gällande metodbeskrivning. Detta avsteg anses inte påverka utvärderingen eftersom det är en relativ jämförelse mellan referensen av standard bitumen och den variant av PMB som avses att användas för utförande av bundet bärlager på provvägen.

8 Analysresultat.

Nedan redovisas erhållna analysresultat avseende analys av egenskaperna flexibilitet, dynamisk krypstabilitet och utmattning.

8.1 Flexibilitet

En asfaltbeläggnings flexibilitet bestäms genom att studera styvhetsmodulen vid tre olika temperaturer (5 °C, 10 °C och 20 °C). I denna undersökning har bestämning gjorts på provkroppar 60 mm tjocka urborrade från beläggningsplattor framställda från laboratorieblandad massa.

Analys har i princip skett enligt FAS-metod 454-98

För samtliga varianter har analys skett efter det att provkropparna förvarats under lika lång tid i laboratoriemiljö (1 vecka). Resultaten är de som erhållits i provningen, någon ålders korrigering enligt det förfaringssätt som är angivet för provning gentemot de krav som finns i ATB-Väg har inte utförts. Eftersom det är en relativ jämförelse mellan olika produkter så anses inte detta ha någon inverkan på den inbördes ordningen av olika produkterna, då de bedöms ha åldrats lika länge.

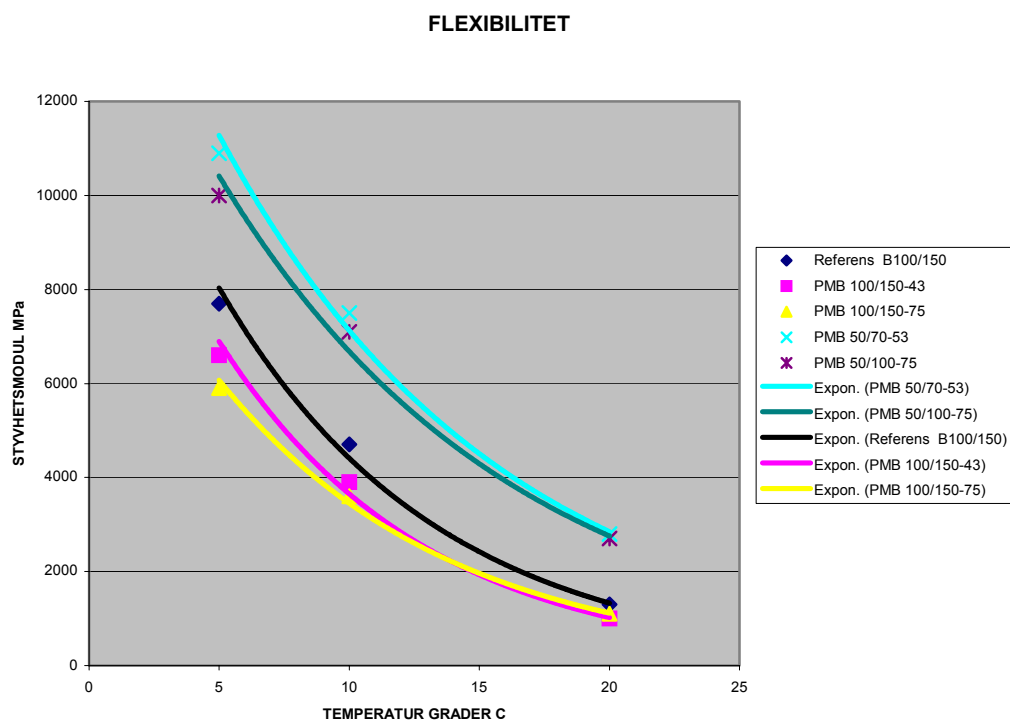


Diagram 1 Flexibilitet (styvhetsmodul vid 5; 10 och 20⁰ C)

	Referens B100/150	PMB 100/150 - 43	PMB 100/150 75	PMB 50/70 - 53	PMB 50/100 - 75
Styvhetsmodul 5 C MPa	7 700	6 600	4 800	10 900	10 000
Styvhetsmodul 10 C MPa	4 700	3 900	2 900	7 500	7 100
Styvhetsmodul 20 C MPa	1 300	1 000	800	2 800	2 700
Skrymdensitet					
Medelvärde g/cm ³	2,382	2,355	2,344	2,369	2,367
Standardavvikelse	0,008	0,008	0,008	0,005	0,014

Mål skrymdensitet på borrhärlor från provyta av AG 22 B 100/150 utförd av NCC 2,383 g/cm³

Tabell 2 Resultat av styvhetsprovning på borrhärlor med 150 mm diameter från plattor.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 27 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

För samtliga varianter har man undersökt om det finns något samband med erhållen skrymdensitet på borrhärnorna och respektive provkroppens erhållna styvhetsmodul. I samtliga fall har denna undersökning givit mycket dålig korrelation. Troligtvis har intervallet för såväl styvhetsmodul och skrymdensitet för varje enskild serie ej varit tillräcklig för att ge några skillnader.

När det gäller inverkan av temperatur har samtliga varianter ungefär samma utseende. Frågan är under vilka matematiska betingelser en jämförelse skall göras. I ovanstående diagram har exponentiell funktion använts då något bättre anslutning till erhållna mätvärden fås jämfört med linjär funktion. I båda fallen fås en mycket god korrelation mellan styvhetsmodul och temperatur. Att någon av de provade produkterna skulle ha väsentligt skilda egenskaper när det gäller förändring av styvhetsmodul utifrån temperatur bedöms ej vara sannolikt.

För plattan tillverkad med PMB 100/150 - 75 ligger erhållen skrymdensitet på borrhärnor skilt från övriga varianter, dock ej signifikant. Det var även denna variant som av personalen på laboratoriet upplevts som den klart svåraste att jobba med.

Vi har senare i projektet tagit ett beslut om att försöka göra ny blandning och packa ytterliggare en platta av denna variant och hade vissa diskussioner om hur den nya plattan skulle packas. Man kom fram till att när den nya plattan gjordes skulle den packas maximalt, det vill säga att packning skulle pågå så länge att vi inte fick någon tjockleks minskning registrerad i utrustningen.

Anledningen till att vi tog detta beslut var att se om man kunde påverka tex. styvhetsmodulen genom en annan packningsinsats (högre packningsgrad), eftersom man upplevt att första plattan inte tagit packning och fått den sämsta packningsgraden, och den lägsta uppmätta styvhetsmodulen av de polymermodifierade varianterna. Detta trots att vi inte hittat något klart samband mellan skrymdensitet och styvhetsmodul för någon variant.

	PMB 100/150 -75 (Platta A ursprunglig)	PMB 100/150 - 75 (Platta B ny)
Styvhetsmodul 5 C MPa	4 800	8 600
Styvhetsmodul 10 C MPa	2 900	5 200
Styvhetsmodul 20 C MPa	800	1 800
Skrymdensitet		
Medelvärde	2,344	2,419
Standardavvikelse	0,008	0,007
Packningsgrad % Mot referens	98,4	101,5

Tabell 3 Resultat styvhetsmodul på borrhärnor från två plattor av en PMB variant vid två packningsgrader.

Som framgår av ovanstående tabell blir resultaten väsentligt påverkade vid packning till en annan packningsgrad. Om man översätter packningsgraden till ungefärligt hålrum motsvarar platta A ett hålrum av ca 6 % och för platta B är hålrumshalten ca 3 %. Om denna skillnad i erhållna egenskaper även skulle gälla för övriga provade varianter i denna undersökning kan vi inte uttala oss om. Men sannolikt har nog packningsgraden betydelse för vilken nivå av funktionella egenskaper i en beläggning som man uppnår.

Som framgår av ovanstående resultat kan man både genom att byta till olika polymermodifierade bindemedel och troligvis även genom en förändrad packningsinsats uppnå helt olika nivåer av styvhetsmodul för beläggningar.

Ser man till resultaten av styvhetsmodul verkar det mer som att penetration vid 25 grader C jämfört med mjukpunkt K&R ger en indikering av vilken nivå på styvhetsmodulen man erhåller asfaltmassan/beläggningen.

Ser man på de två produkter PMB 50/70 - 53 och PMB 50/100 - 75 som har den högsta styvhetsmodulen så är skillnaden i mjukpunkt mellan dem ca 44 grader, medan penetrationen skiljer sig knappt 30 enheter. Sett till specifikationen för standarbitumen motsvarar denna skillnad tex. skillnaden mellan en B 50/70 och en B 70/100 vilket även är den penetrationsklass som respektive produkts penetration ligger inom.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 29 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

8.2 Dynamisk krypstabilitet.

Eftersom man i princip betraktar bestämning av styvhetsmodul som en icke förstörande provning har man på de provkroppar som det bestämts styvhetsmodul på, även genomfört bestämning av dynamisk krypstabilitet enligt FAS-metod 468-00.

Nedan redovisas uppmätta medelvärden avseende dynamisk krypstabilitet. Skrymdensiteterna är de samma som de som redovisats i samband med redovisningen av flexibilitet. För varianten av PMB 100/150 - 75 finns resultaten från båda plattorna inlagda i diagrammet.

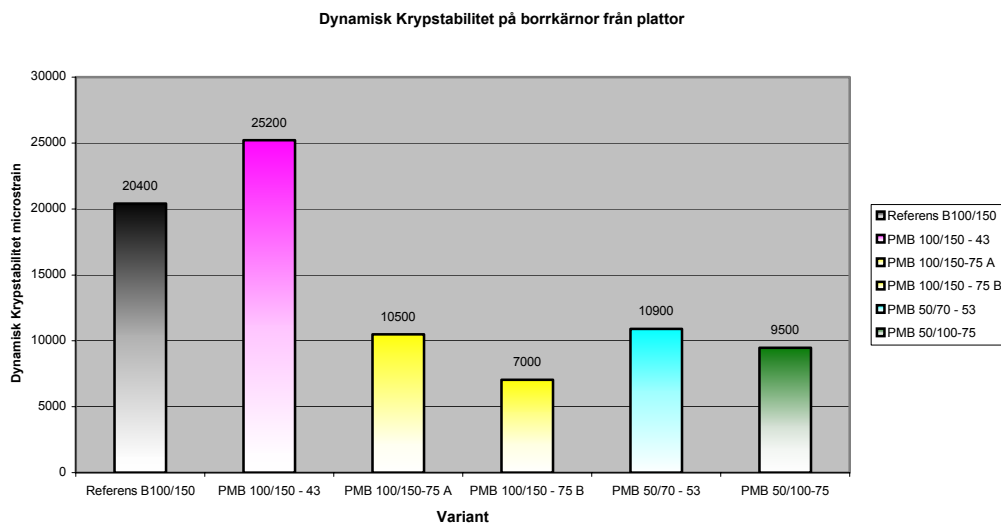


Diagram 2 Dynamisk krypstabilitet på borrhärdar 150 mm diameter från plattor.

Som framgår av diagrammet ovan så kan man även när det gäller dynamisk krypstabilitet uppnå en förbättring av nivån genom att välja rätt variant av polymermodifierat bitumen. Även resultatet av dynamisk krypstabilitet för PMB 100/150 - 75 verkar påverkas till en bättre (lägre) nivå vid en högre relativ packningsgrad.

Att försöka identifiera någon enskild egenskap hos använda bitumen av de som finns redovisade i denna undersökning som den bästa för att förutsäga vilken nivå av dynamisk krypstabilitet som uppnås verkar vara mycket svårt. Vare sig penetration eller mjukpunkt K&R ger en entydig korrelation mot uppmätta nivåer av dynamisk krypstabilitet.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 30 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Eftersom analysen av dynamisk krypstabilitet sker vid 40 grader C, borde eventuellt en mjukpunkt som ligger ett antal grader högre än 40 grader C kunna vara till hjälp för att indikera goda egenskaper avseende dynamisk krypstabilitet. Men det kan nog vara svårt att inbördes rangordna olika bitumen som alla har en god marginal till denna temperatur.

8.3 Utmattningsegenskaper

Av samtliga varianter har det tillverkats en extra platta där man borrar ut 10 stycken provkroppar med diametern 100 mm. Provkropparna har innan analys sågats till en tjocklek av 60 mm. För bestämning av utmattningsegenskaper har provkropparna skickats till VTI Linköping för analys av utmattningsegenskaper enligt VTI-metod beskriven i VTI-notat 38 -95.

Utöver bestämning av utmattningsegenskaper har styvhetsmodulen vid 10 grader C beräknats utifrån provningen av utmattning, dessa styvhetsmoduler kan inte fullt ut jämföras med de som redovisas under flexibilitet ovan. Dels beroende på att de provas på annan utrustning under andra betingelser och beräknas utifrån provning av utmattningskriterier.

När det gäller resultatredovisning mm från den provning som är utförd av VTI hänvisas att studera VTI utlåtande 715 som redovisar alla resultat och förutsättningar för försöken. Utlåtandet i sin helhet finns som bilaga 4 till denna rapport.

Från ovanstående utlåtande är följande resultat och slutsatser hämtade

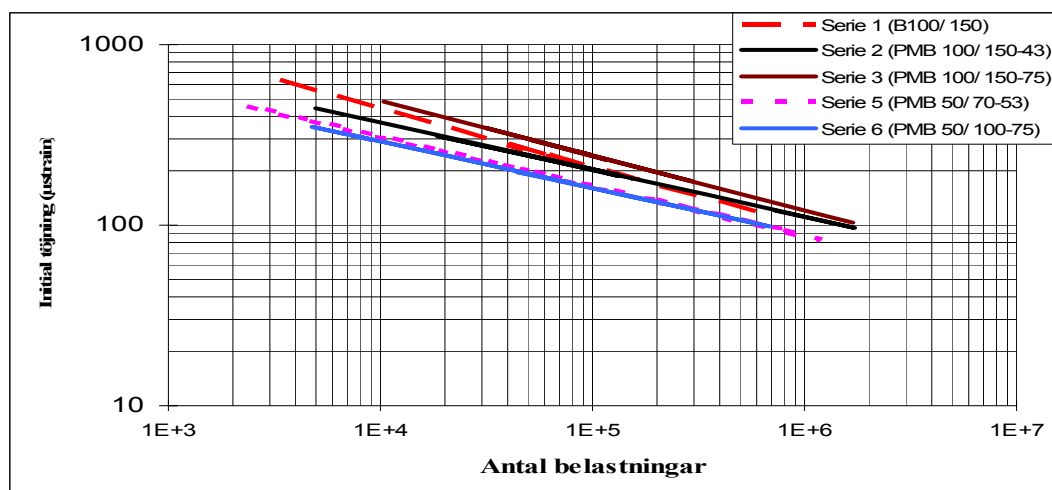


Diagram 3 utmattningsegenskaper på borrkärnor med 100 mm diameter från plattor

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 31 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

	Skrymdensitet g/cm³	Styvhetsmodul MPa
Serie 1 Referens B100/150	2,374	6988
Serie 2 PMB 100/1500 - 43	2,390	7626
Serie 3 PMB 100/150 - 75	2,378	5620
Serie 5 PMB 50/70 -53	2,359	8778
Serie 6 PMB 50/100 - 75	2,386	8431

Tabell 4 Resultat styvhetsmodul 10 grader C och medelvärde skrymdensitet från VTI utlåtande 715

Relativa packningsgraden för ovanstående serie ligger alla inom intervallet 99-100,3 % utifrån riktvärdet (skrymdensitet 2,383). Ingen serie är signifikant skild från någon annan avseende skrymdensitet.

Citat från VTI utlåtande 715

Sammanställning av undersökta serier visas i diagram 3 ovan. Skillnaderna mellan serierna har undersökts på 95 % konfidensnivå och det har visat att det inte finns någon signifikant skillnad mellan serie 1 och 2 och inte heller någon signifikant skillnad mellan serie 5 och 6. Däremot skiljer sig serie 3 signifikant från övriga serier och serierna 1 och 2 skiljer sig från serierna 5 och 6.

Serie 1 och 2 har lägre styvhetsmodul och visar längre livslängd än serie 5 och 6 vid samma töjningsnivå (Said & Johansson 1997). Serie 3 har lägsta styvhet och därför visar största livslängd i jämförelse med andra serier. Effekten av PMB bindemedel är varierande enligt den här undersökningen baserad på styvhet- och utmattningsresultatet.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 32 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Att utvärdera och rangera utmattningsegenskaper i den här undersökningen har visat sig vara mycket besvärligt. VTI har lagt ner åtskilliga timmar på att räkna och värdera ovanstående resultat för att komma fram till de slutsatser och kommentarer som finns redovisade ovan.

Att då försöka att hitta relevanta egenskaper i ett bitumen, som indikerar på om någon bitumen variant är bättre eller sämre än någon annan, är utifrån de analyser av egenskaper som finns redovisade i denna undersökning med största sannolikhet ett forskningsprojekt i sig.

9 Rekommendation om variant av polymerbitumen att användas för utvärdering bundet bärlager på provväg.

Inom ramen för detta projekt ingick att utifrån genomförda laboratoriestudier avseende bundet bärlager, till Vägverket Region Väst rekommendera någon av de provade varianterna av polymermodifierat bitumen att användas för utvärdering i bundet bärlager på provvägen.

Inom arbetsgruppen för detta projekt har vi noga studerat och gått igenom de analysresultat som kommit fram. Den stora frågeställningen har varit om man skulle gå på den internationella linjen genom att välja produkt med bästa styvhet, eller om vi mer traditionsenligt skulle hålla kvar vid ett något mjukare bitumen.

Efter moget övervägande och argumenterande för och emot olika lösningar valdes slutligen att rekommendera den produkt som signifikant skiljer sig från de övriga avseende provning av utmattningsegenskaper.

Utmattningsegenskaperna är även i den speciellt framtagna tekniska anvisningen för provvägen, den funktionella egenskap som för bundet bärlager är utpekad att vara prioriterad.

Som polymermodifierat bitumen att användas i bundet bärlager för provvägen rekommenderas från detta projekt att PMB 100/150 - 75 används.

Innan NCC som entreprenör gör provtillverkning i praktisk produktion av föreslagen variant av polymermodifierat bitumen, skall det inom ramen för detta projekt säkerställas att aktuellt polymerbitumen inte ger några negativa egenskaper avseende ITSr-kvot (vattenkänslighet).

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 33 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

9.1 ITSR-kvot (Vattenkänslighet)

I detta projekt ingick att undersöka (säkerställa) att den variant av polymermodifierat bitumen som är föreslagen till att användas för bundet bärlager på provvägen inte ger påtagligt sämre egenskaper avseende ITSR-kvot.

PMB 100/150 - 75 skall jämföras mot referensen med standard bitumen B100/150.

För detta ändamål har en platta 60 mm tjock av vardera varianten tillverkats. Ur varje platta har det borrats ur 10 stycken 100 mm provkroppar. Provkropparna har sågats ner till en tjocklek av 50 mm. Av praktiska skäl för att få bort de spår som bildats av gummi hjulet i samband med packning, har provkropparna sågats på båda sidor mot normalt bara på undersidan. I övrigt är analysen utförd enligt FAS metod 446-01 med 7 dygns konditionering av våta provkroppar.

För dessa båda plattor har man när det gäller fraktionen 16 - 22 behövt använda material från upplag, som ej passerat genom asfaltverket. Ursprungligt material tog tyvärr slut på grund av att det innehöll för mycket underkorn, och man var därmed tvungen att sikta bort mycket material.

	Referens B 100/150	PMB 100/150 - 75
ITSR kvot %	87	94
Draghållfasthet Torra kPa	2 224	1 293
Draghållfasthet Våta kPa	1 942	1 221

Tabell 5 ITSR-kvot på uppborrade provkroppar från plattor

Avseende ITSR-kvot visar inte använt PMB 100/150 -75 på någon försämring. Generellt är det mycket höga index nivåer för att vara bundet bärlager. Man skall dock tänka på att det ingår cement tillsats i blandningarna, och att det är asfaltmassa som är blandat under mycket kontrollerade former i laboratorium.

När det gäller nivåer av draghållfastheter så är uppmätta värden avseende draghållfastheter (torrt och vått) för PMB 100/150 - 75 minst en nivå lägre jämfört med den som uppmäts för referensen med B 100/150. Någon bra förklaring till detta kan inte ges. Visserligen har denna variant av bitumen gett lägre styvhetsmoduler i övriga analyser som eventuellt även kan slå igenom i denna analys. När det gäller värdena för referensen verkar de vara relativt höga för ett bundet bärlager. Den nivå som erhållits för PMB 100/150 - 75 är mer likt den som man normalt brukar erhålla vid provning av ITSR-kvot på bundna bärlager.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 34 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Ettapp 2

10 Laboratoriestudie utvärdering av olika polymermodifierade bitumenvarianter lämpliga för bindlagerbeläggningar med bra egenskaper avseende deformationsresistens.

På motsvarande sätt som för bundet bärlager har en omfattande laboratoriestudie utförts för bindlagerbeläggningar. Sex olika varianter av polymermodifierat bitumen har utvärderats och ett normalt penetrationsbitumen som referens.

Efter genomförda provtytor har vi från NCC (entreprenör för objektet/provvägen) erhållit ett förslag på arbetsrecept avseende bindlagerbeläggning. NCC har föreslagit en ABb 22 med bitumen B 50/70 som lämplig referens produkt för provvägen.

Utifrån detta arbetsrecept har provblandning utförts med sex olika varianter av polymermodifierat bitumen, samt även med referensen B 50/70. Totalt 7 varianter har undersöks avseende funktionella egenskaper.

De 6 olika bitumenvarianterna av PMB har tillverkats av laboratoriet hos Pankas AS Danmark. Pankas har även gjort analys av respektive bitumen variant.

Blandning av asfaltmassa (tillverkning) samt tillverkning av beläggningsplattor för analys har utförts på Skanskas Vägtekniska Center i Gunillse (VTC-Väst). Analys av funktionella egenskaper såsom styvhetsmodul, dynamisk krypstabilitet och resistens mot spårkörning i ”wheel-track” har även det utförts hos VTC-Väst. Pankas laboratorium i Roskilde har varit behjälplig med varianten av ” wheel-track” under vatten.

10.1 Val av lämpliga varianter av polymermodifierat bitumen (PMB) för utvärdering i laboratorium av funktionella egenskaper för bindlager.

Utifrån den erfarenhet vi fått oss till livs i Europastudien (ettapp 1A) när det gäller lämpliga varianter av PMB för ett bindlager, så skall de utgöras av bitumen med så hög styvhet som möjligt. Genom att välja ett så styvt bitumen som möjligt minimerar man risken för att plastiska deformationer uppstår. Bituminet får dock inte vara så styvt att det inte går att arbeta med asfaltmassan i rimliga temperaturområden. Bitumen som är så styva att man hamnar i tillverknings temperaturer som är över ca 185 grader rekommenderas inte för normal användning.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 35 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Under de arbetsgruppsmöten som avhandlade val av olika lämpliga varianter av polymermodifierat bitumen var arbetsgruppen utökad med representant från Pankas AS genom laboratoriechef Uffe Mortensen. Detta för att fånga in även de praktiska möjligheterna och få en koppling till tillverkningen så att man inte föreslog varianter som inte skulle gå att tillverka praktiskt.

Som vi tidigare konstaterat i etapp 1 finns i nuvarande ATB-specifikation inte någon fastställd analysmetod som direkt mäter bitumen styvhet. Det finns ett antal reologiska mätmetoder som direkt mäter styvheten hos bitumen vid olika temperaturer och belastningar, men ännu är de inte specificerade i någon standard.

Eftersom vi inte hade tillgång till kompletta analysdata (reologiska) för ett antal olika bitumen lämpliga för bindlager fick vi resonera fram lämpliga varianter av polymermodifierat bitumen utifrån den standard som finns i ATB-Väg.

Vi försökte att bedöma utifrån några olika standardparametrar vad som var att betrakta som styva och lämpliga varianter för ett bindlager. Det är ju även så för provvägen att man i första hand skall använda de varianter av PMB som finns specificerade i ATB-Väg. Således skulle utifrån angivna krav på penetration och mjukpunkt några lämpliga varianter väljas ut.

I ATB-Väg specifikationen kom vi fram till att de två intressantaste typerna av polymermodifierat bitumen för bindlager troligtvis finns bland PMB 50/100 -75 och PMB 50/70 - 53.

Enligt specifikationen kan en PMB 50/70 - 53 tillverkas både med polymertypen plastomerer och elastomerer. Eftersom vi i laboratoriestudien tyckte att vi hade möjlighet att prova fler varianter än de som skulle gå på provvägen. Beslutade vi att utvärdera polymermodifierade bitumen av såväl plastomer- som elastomertyp och även en kombination där av.

I laboratoriestudien tyckte vi att vi även kunde ta med några andra varianter utanför de som finns beskrivna i specifikationen.

Det fanns önskemål om att utvärdera även en hård variant enligt tysk specifikation som vi fått tips om att man kunde använda i första hand där man har extrema påkänningar.

Vi hade bestämt att det fanns utrymme för att utvärdera maximalt sex varianter av PMB + 1 styck referens i laboratoriestudien. Således beslutade vi att även skulle utvärdera en variant av PMB som klassificeras enligt ”performance grade” PG 64 - 28.

Detta är en variant som använts en del på flygfält upphandlat av Luftfartsverket.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 36 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Vi är väl medvetna om att det finns många faktorer som påverkar ett polymermodifierat bitumens egenskaper, faktorer som utrustningen vid tillverkning och kemiska reaktioner tex. krosslinkning med svavel, val av penetration i utgångsbitumen samt typ och halt av polymer etc. Men eftersom vi tidigare har rekommenderat att låta Pankas AS stå för tillverkningen beslutades att de skulle ta fram följande varianter av PMB för utvärdering avseende bindlagerbeläggning.

PMB 50/100 -75 (SBS- modifierat, hög halt polymer)

PMB 50/70 -53 (Elastomermodifierat, SBS låg halt polymer ?)

PMB 50/70 - 53 (Plastomermodifierat EVA)

PMB 50/70 - 53 (Kombination av elastomer/plastomer modifiering)

PMB 25 (Enligt tysk specifikation)

PG 64 - 28 (Sharp klassificering PG)

10.2 Sammansättning och analysdata för använda varianter av polymermodifierat bitumen.

Egenskaper för de sex varianterna av använda polymermodifierade bitumen framgår av nedanstående två tabeller, även data på använd B 50/70 är inlagd i tabellerna.

Enligt uppgift lämnad av Pankas har de sex varianterna av PMB tillverkats enligt nedanstående recept.

PMB 50/100 - 75

Är tillverkad på ett utgångsbitumen med en penetration av ca 120 och en tillsats av ca 6 % SBS-polymer.

PMB 50/70-53 Elastomermodifiering

Är tillverkad på ett utgångsbitumen med en penetration av 85 (70/100) med en tillsats av ca 3% SBS-polymer.

PMB 50/70-53 Plastomermodifiering

Är tillverkad på ett utgångsbitumen med penetration ca 100 och med en tillsats av ca 5 % EVA-polymer.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 37 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

PMB 50/70 -53 Kombination (Elastomer + Plastomer)

Är tillverkad av utgångsbitumen med penetration ca 110 och tillsats med 2,8% EVA-polymer samt 2,2 % SBS-polymer.

PMB 25 tysk specifikation

Är tillverkad av ett utgångsbitumen med en penetration 40 - 45 med tillsats av ca 3 % SBS-polymer

PMB PG 64 - 28

Är tillverkad av ett utgångsbitumen med en penetration inom intervallet 160/220 med en tillsats av ca 4 % SBS-polymer.

Egenskap	B 50/70	50/70 - 53 SBS	50/70-53 EVA	50/70-53 Kombi.
Mjukpunkt K&R ⁰ C	49,5	58,0	66,0	60,0
Penetration vid 25 ⁰ C	55	58	52	60
Elastisk återgång 10 ⁰ C		75 %	50 % ¹	74 %
Brytpunkt Fraas ⁰ C	-11	- 13	-13	- 13
Viskositet (Brockfield)				
120 ⁰ C Poise	10,85	17,25	27,90	13,85
140 ⁰ C Poise	3,53	5,60	9,83	5,40
160 ⁰ C Poise	1,43	2,63	4,18	2,48
180 ⁰ C Poise	0,93	1,85	1,95	1,35
Force Ductility				
Temperatur	5 ⁰ C	5 ⁰ C	5 ⁰ C	5 ⁰ C
F max (N)	79,7	96,1	128,5	100,23
E` 20 cm (J)	0	7,52	0	8,06
E`r (J)	0,524	17,61	5,11	10,67
RFTOT				
Viktändring %		0,0197	0,0643	0,047
Ändring Mjukpunkt		+ 3,0 ⁰ C	+6,0 ⁰ C	+ 8,0 ⁰ C
Lagringsstabilitet Tubtest 72 h 180 ⁰ C				
Mjukpunkt Toppen		59,5 ⁰ C	68 ⁰ C	62,0 ⁰ C
Mjukpunkt Botten		60,0 ⁰ C	65 ⁰ C	61,5 ⁰ C
Elastisk återgång 10 ⁰ C toppen		69 %	45 % ¹	69 %
Elastisk återgång 10 ⁰ C Botten		70 %	49 % ¹	69 %
¹ analyserad vid 25 ⁰ C				

Tabell 6:1 Analysdata från PankasA/S avseende polymermodifierat bitumen 3 varianter PMB 50/70-53 + referens B 50/70 , provblandningar till bindlager.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 38 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Egenskap	B 50/70	50/100-75 SBS	PMB 25 Tysk	PG 64 -28
Mjukpunkt K&R ° C	49,5	95,0	67,0	56,0
Penetration vid 25 ° C	55	60	30	91
Elastisk återgång 10 ° C		86 %	74 % ¹	81 %
Brytpunkt Fraas ° C	-11	- 20	-8	- 18
Viskositet (Brockfield)				
120 ° C Poise	10,85	53,25	67,70	18,00
140 ° C Poise	3,53	11,25	19,60	5,22
160 ° C Poise	1,43	4,70	7,40	2,38
180 ° C Poise	0,93	2,35	3,60	1,33
Force Ductility				
Temperatur	5 ° C	5 ° C	10 ° C	5 ° C
F max (N)	79,7	73,3	88,1	35,23
E' 20 cm (J)	0	6,2	6,31	2,95
E'r (J)	0,524	38,08	12,64	12,83
RFTOT				
Viktändring %		0,017	0,0682	0,0826
Ändring Mjukpunkt		- 8,0 ° C	+6 ° C	+ 0,5 ° C
Lagringsstabilitet Tubtest 72 h 180 ° C				
Mjukpunkt Toppen		94,0 ° C	62,0 ° C	60,0 ° C
Mjukpunkt Botten		93,5 ° C	61,5 ° C	58,0 ° C
Elastisk återgång 10 ° C toppen		88%	78 % ¹	69 %
Elastisk återgång 10 ° C Botten		88 %	77 % ¹	70 %
¹ analyserad vid 25 ° C				

Tabell 6:2 Analysdata från PankasA/S avseende polymermodifierat bitumen 3 varianter + referens B 50/70, provblandningar till bindlager. Observera att för PMB 25 tysk är " Force Ductility" utförd vid 10 grader C, liksom att elastisk återgång är provad vid 25 grader C.

10.3 Recept och provblandningar samt analyser av funktionella egenskaper.

Utgående från arbetsrecept avseende ABb 22 50/70 från NCC Roads AB Sydväst Uddevallaverket (bilaga 5) har provblandningar i laboratorium utförts. Från asfaltverkets varmastensfickor har prov tagits av samtliga delmaterial. Detta material har sedan proportionerats så att man fått en korngradering som överensstämmer med aktuellt arbetsrecept. Blandning har skett i en laboratorieblandare. Alla blandningar har haft identiska uppvägningar av alla delmaterial som ingått i blandningen.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 39 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

I blandningen har ingått cement (standard- byggcement) med en halt av 1 %.

I förutsättningarna för provvägen ingår att det bara är typen av polymermodifierat bitumen som skall ändras därför har bindemedelshalten varit konstant, och i samtliga blandningar har det varit en halt av 5,2 vikt%.

I grund och botten skulle man genom att använda ett polymermodifierat bitumen med andra reologiska egenskaper kunnat förändra sammansättningen (proportioneringen) med optimerade egenskaper som resultat. Att man inte gör en receptoptimering utifrån aktuella bitumenvarianter har främst med uppföljningen av provvägen att göra. Uppföljningen blir mer komplicerad om man förändrar flera varianter samtidigt.

Utgående från ekvivalent viskositet på använt bitumen har såväl tillverknings som packningstemperatur korrigerats.

För referens B 50/70 och respektive variant av PMB har blandningstemperaturen varit.

B 50/70	170 °C
PMB 50/100-75	180 °C
PMB 50/70 -53 (SBS)	165 °C
PMB 50/70 -53 (EVA)	175 °C
PMB 50/70 -53 Komb.	165 °C
PMB 25 (tysk)	185 °C ¹
PG 64 - 28	170 °C

¹ Teoretiskt skulle denna variant behövt ha något högre temperatur men det var ej praktiskt möjligt med den hantering etc. som laborieblandning innebär.

För aktuellt bindlager är deformationsresistens den egenskap som är prioriterad, för att utvärdera de olika varianterna av polymermodifierat bitumen bestämdes att analys av nedanstående egenskaper skulle utvärderas i laboriestudien inför slutgiltigt val av varianter (2 st.) att använda i fullskalleförsöken på provvägen.

Styvhetsmodul vid tre temperaturer (5 , 10 och 20 °C)

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 40 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Dynamisk krypstabilitet vid 40 °C

Spårkörningsresistens ” Wheel-Track” vid 60 °C i såväl torrt som vått tillstånd.

För de två varianter som efter genomfört analysprogram valts ut som kandidater för provvägen skall även bestämning av ITSr-kvot ske inom ramen för detta projekt.

Precis som i förstudien för bundet bärlager har analys av styvhetsmodul, och dynamisk krypstabilitet skett på borrhärdor från laboratorie packade provplattor. För spårkörningsresistens i Wheel-track har analys utförts på beläggningsplattor med anpassad storlek för respektive metod.

Tillverkning av plattor har i princip följt det sätt som finns beskrivet under punkten 7.4 i avsnittet under etapp 1B.

Man har även för denna beläggnings typ utgått från en skrymdensitet uppmätt på borrhärdor från av NCC utförd provyta.

Precis som vid blandningsförfarandet har packning påbörjats vid en temperatur som motsvaras av en så likartad ekvivalent bitumenviskositet som möjligt.

För denna undersökning har aktuella starttemperaturer vid packning varit enligt nedan. Packning har pågått efter ett och samma mönster och har avslutats när utrustningen registrerat att en tjocklek som motsvarar teoretisk skrymdensitet erhållits.

Aktuella temperaturer vid påbörjandet av tillverkning (packning) av plattor har för de olika varianterna varit :

B 50/70	160 °C
PMB 50/100-75	170 °C
PMB 50/70 -53 (SBS)	155 °C
PMB 50/70 -53 (EVA)	165 °C
PMB 50/70 -53 Komb.	155 °C
PMB 25 (tysk)	180 °C ¹
PG 64 - 28	165 °C

¹ Teoretiskt skulle denna variant behövt ha något högre temperatur men det var ej praktiskt möjligt med den hantering etc. som laboratoriepackning innebär.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 41 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

11 Analysresultat funktionella egenskaper bindlager.

Nedan redovisas erhållna analysresultat avseende analys av egenskaperna styvhetsmodul 3 temperaturer (flexibilitet), dynamisk krypstabilitet och spårresistens Wheel-track torrt och vått.

11.1 Styvhetsmodul (flexibilitet)

Styvhetsmodulen vid tre temperaturer har bestämts på borrhärdar med diametern 150 mm planparallellt sågade med en tjocklek av 60 mm, från beläggningsplattor som är tillverkade i laboratorium med en storlek av 600x400x70 mm.

Analys har i princip skett enligt FAS metod 454.

Horisontell deformation = 4 microstrain.

Poissions tal = 0,35

För samtliga varianter har analys skett efter det att provkropparna förvarats under lika lång tid i laboratoriemiljö. Resultaten är de som erhållits i provningen, någon ålderskorrigering enligt det förfaringsätt som är angivet för provning gentemot de krav som finns i ATB-Väg har inte utförts.

Eftersom det är en relativ jämförelse mellan olika produkter så anses inte detta ha någon inverkan på den inbördes ordningen av olika produkterna, då de bedöms ha åldrats lika länge.

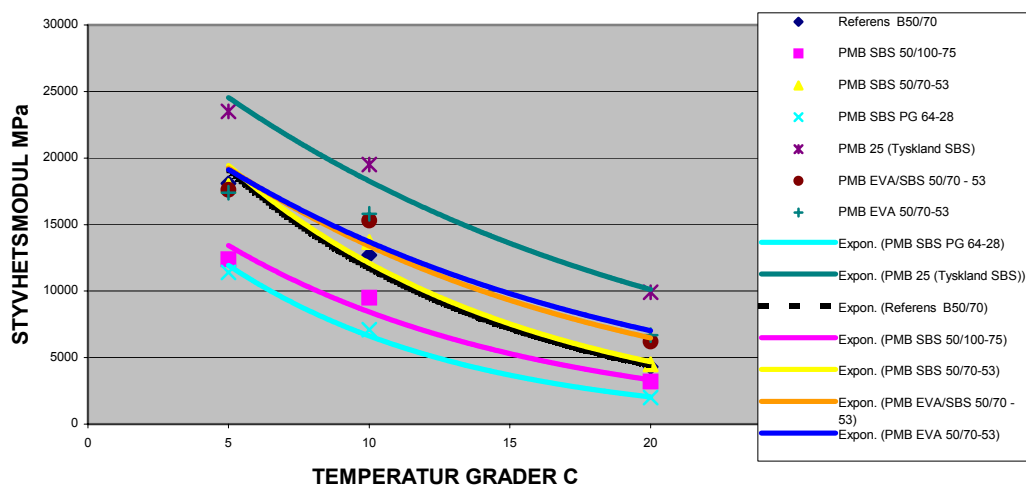


Diagram 4 Styvhetsmodul vid temperaturerna 5; 10 och 20 °C (exponentiell funktion)

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 42 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

	Ref B 50/70	PMB 50/70- 53 SBS	PMB 50/70- 53 EVA	PMB 50/70- 53 Komb.	PMB 100/150 75 SBS	PMB 25 Tysk	PMB PG 64 -28
Styvhets- modul 20 °C MPa	4 300	4 500	6 700	6 200	3 200	9 900	2 000
Styvhets- modul 10 °C MPa	12 000	13 700	15 800	15 300	9 500	19 500	7 100
Styvhets- Modul 5 °C MPa	18 100	17 900	17 400	17 600	12 400	23 500	11400
Skrymdensitet							
Mv g/cm ³	2,424	2,431	2,435	2,434	2,415	2,443	2,430
Standard- avvikelse	0,012	0,005	0,006	0,005	0,006	0,005	0,002

Tabell 7 Resultat styvhetsprovning ABb 22 på borrhärnor 150 mm diameter tjocklek 60 mm från plattor.

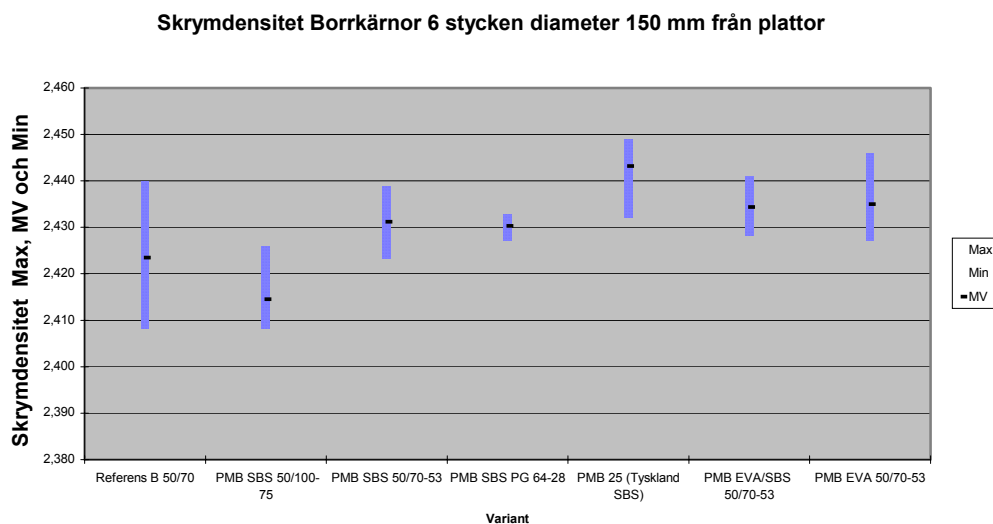


Diagram 5 Skrymdensitet borrhärnor 150 mm diameter Mv av sex provkroppar samt max- och minvärde, från de provkroppar som är analyserade avseende styvhets och dynamisk krypstabilitet.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 43 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Utifrån uppmätt skrymdensitet bedöms samtliga varianter som jämförbara när det gäller uppnådd packning, även om viss skillnad finns mellan medelvärde och spridning så anses de lika inom samma härad.

Som framgår av ovanstående resultatredovisning påverkas styvhetsmodulen påtagligt genom att man byter ut bitumenvarianten.

Inte helt oväntat ger den bitumenvariant som är att betrakta som styvast de högsta uppmätta värdena när det gäller styvhetsmodul hos beläggning. Lägst uppmätt styvhet erhåller även det bitumen som är att betrakta som mjukast.

Ingen av här provade varianter uppfyller kraven i ATB-Väg 2003 kapitel F 5 vid samtliga tre temperaturer. Antingen har de för låg styvhet vid 20 grader där nuvarande minvärde är 4 000 MPa. Eller så är värdet vid 5 grader över aktuellt maxvärde på 15 000 MPa. Att denna situation skulle uppstå var vi delvis införstådda med. Att resultaten inte är ålderskorrigerade bedöms inte påverka detta faktum. I samband med att NCC presenterade förslag till arbetsrecept visades värden på referensen B 50/70 som precis klarade nivån vid 20 grader och översteg maxvärde vid 5 grader.

Vid kontakter med Safwat Said VTI Linköping har han uttryckt åsikten. "Om man är ute efter bästa möjliga stabilitet för ett bindlager bör styvheten vid 20 grader prioriteras". Speciellt om man arbetar med nybyggda vägar i klimatzoner där man kan förvänta minimala rörelser vid tjällossning. Risken med för styva beläggningar är att det uppstår sprickor vid låga temperaturer eller snabba temperaturväxlingar. Om man är orolig att beläggningen bedöms bli för styv anser Safwat att man i så fall bör undersöka beläggningen avseende lågtemperaturegenskaper.

Utifrån uppmätta styvhetsmoduler har vi även gjort en ansats att värdera de olika varianternas temperaturkänslighet genom att titta på hur styvheten förändras med förändrad temperatur inom intervallet 5 - 20 grader. I detta fall har vi använt linjär funktion (enkel ekvation) som bedömning.

Som framgår av nedanstående diagram har den variant som har högst halt av SBS polymer PMB 50/100 -75 och den variant som är tillverkad med mjukaste utgångsbituminet PG 64 -28 lägst temperaturkänslighet. Referensen och PMB 25 (tysk) samt PMB 50/70 -53 (SBS) ligger högre och de varianterna med EVA modifiering ligger någonstans mittemellan. Om skillnaden i temperaturkänslighet är kritisk eller ej har vi dag ingen erfarenhet av, om det är en väsentlig egenskap för asfaltbeläggningar får framtida utveckling visa.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 44 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

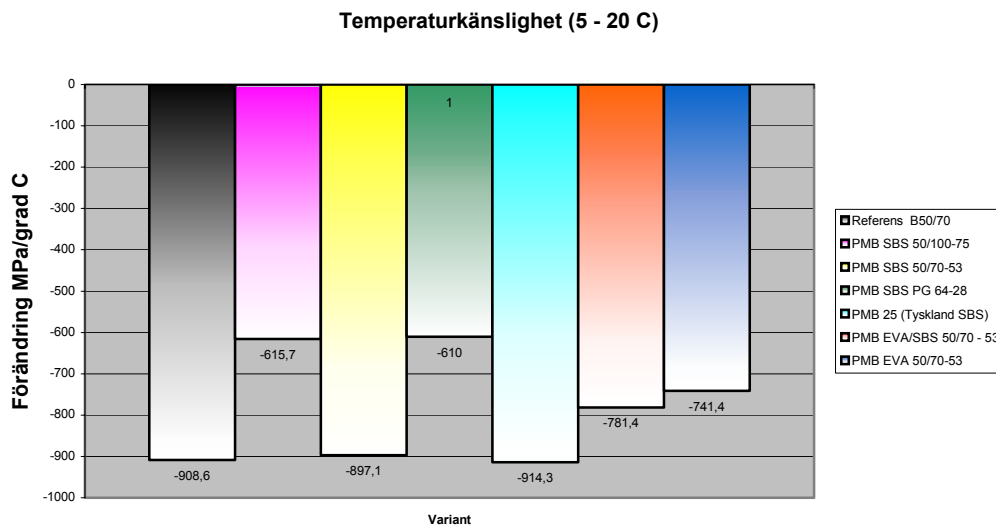


Diagram 6 Temperaturkänslighet förändring av styvhetsmodul per grad vid förändring i temperatur 5 - 20⁰ C (linjär funktion).

11.2 Dynamisk krypstabilitet.

Eftersom man i princip betraktar bestämning av styvhetsmodul som en icke förstörande provning har man på de provkroppar som det bestämts styvhetsmodul på, även genomfört bestämning av dynamisk krypstabilitet enligt FAS-metod 468-00.

Nedan redovisas uppmätta medelvärden avseende dynamisk krypstabilitet. Eftersom provkropparna är samma som för styvhetsmodul är skrymdensiteterna de samma som de som redovisats i samband med redovisningen av styvhetsmodul.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 45 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

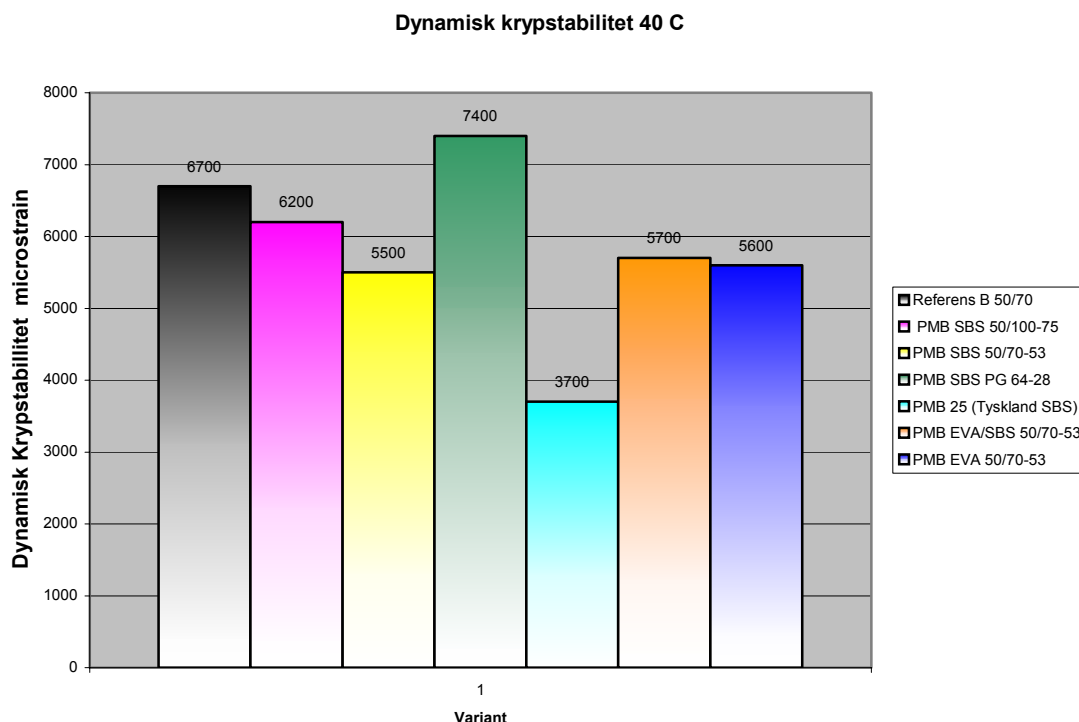


Diagram 7 Dynamisk krypstabilitet på borrhärnor 150 mm diameter med en tjocklek av 60 mm från plattor.

Som framgår av diagrammet ovan har det generellt uppmätts mycket bra (låga) värden för samtliga varianter som provats. Trots att värdena är på en låg nivå går det att se en viss skillnad i deformationsresistens mätt som dynamisk krypstabilitet.

Lägst nivå har inte oväntad beläggning tillverkad med PMB 25 tysk variant. Högst värde har uppmätts på den mjukaste varianten dvs. den variant som är utförd med PG 64 - 28. Det är mycket tveksamt om man verkligen kan skilja (rängera) övriga varianter från varandra genom den lilla skillnad som finns. Man skall ju även komma ihåg att det är bara en serie av respektive variant som man provat. Tar man hänsyn till att man normalt säger att repeter- och reproducerbarhet för denna metod är i nivån 20 - 25 % så skall man nog inte rängera övriga produkter. Man får nog nöja sig med att konstatera att det är mycket bra värden överlag inklusive referensen som är utförd med B 50/70.

Det är nog ovan två nämnda varianter som man med säkerhet kan bedöma att de är signifikant skilda från varandra.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 46 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Att utifrån ovanstående värden avseende dynamisk krypstabilitet försöka hitta någon specificerad egenskap i bitumen som eventuellt skulle kunna korrelera mot dessa uppmätta värden är nog inte ens värt ett försök.

11.3 Spårkörnings resistens Wheel-Track.

Som komplement till dynamisk krypstabilitet som analysmetod att undersöka stabilitet (deformationsresistens) har vi i detta projekt använt två typer av Wheel-Track utrustning. De två utrustningar som använts är fransk utrustning som går under "large size" enligt pr EN 12697-22 (2002:11) och den så kallade "Hamburger Wheel-Track" som går in under specifikationen "small size" enligt ovanstående prEN.

Testtemperatur har för båda utrustningarna varit 60 °C, för båda utrustningarna har den nominella tjockleken varit 80 mm. Det finns relativt stora skillnader avseende specifikation mellan de båda utrustningarna i standarden. De väsentligaste skillnaderna är:

I Hamburger Wheel-Track kan man utföra analysen i såväl vått som torrt tillstånd. I denna undersökning har analysen utförts i vått tillstånd (under vatten) med massivt gummi hjul. Storlek på platta är 320x260 mm och bredden på hjulet är 50 mm. Plattorna är utsågade från plattor med storleken 600x400 mm.

Fransk utrustning tempereras i luft, spårkörning med luftfyllt hjul med en bredd av ca 80 mm på en platta som är 500x180 mm i storlek.

I båda utrustningarna ligger plattorna under körning inspända i sina formar, vilket innebär att man har stöd runt om beläggningen under testen.



Bild 2 Fransk "Wheel-Track" utrustning

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 47 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.



Bild 3 "Hamburger" Wheel - Track

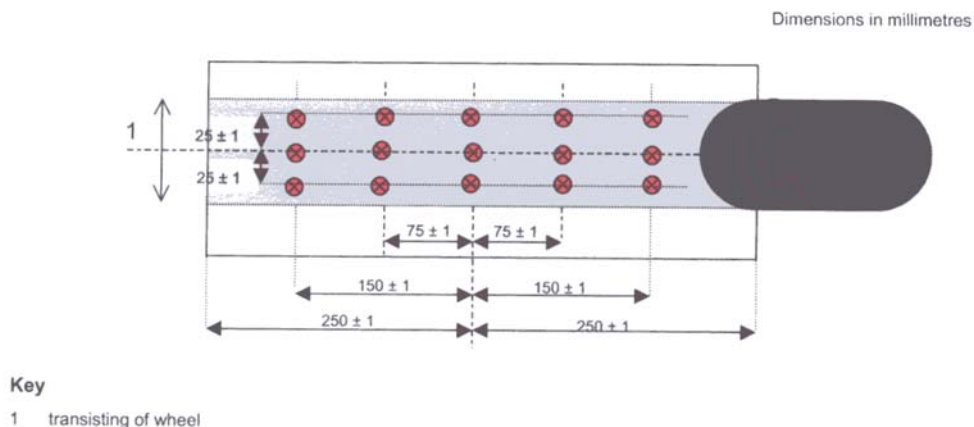
Utöver de förhållandena som angivits ovan har analys utförts i enlighet med ovanstående prEN metod och förutsättningar.

När det gäller mätning av spårdjup i den franska utrustningen har två mätförfaranden använts. Dels det som föreskrivs i metoden, samt ett anpassat förfaringssätt framtaget av VTC-Väst.

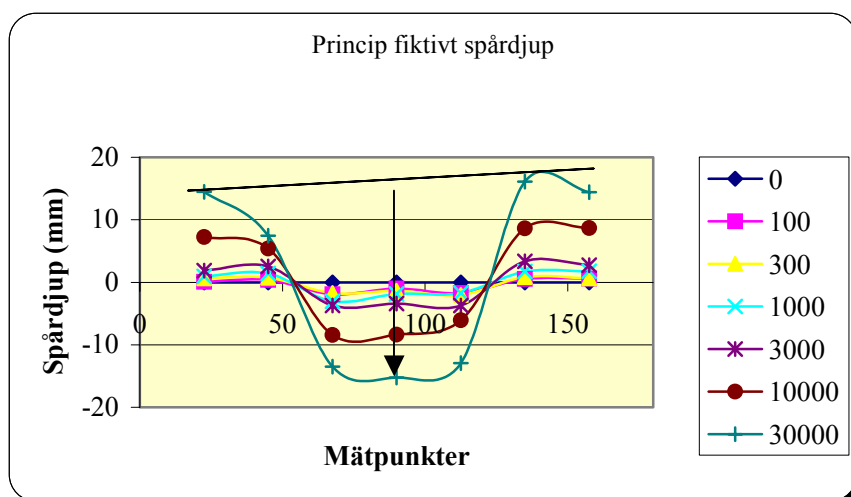
Enligt metod mäts deformationen i totalt 15 punkter; 5 mätlinjer i längdled med 3 mätpunkter i varje linje (figur 1 nedan). Deformation anges som medelvärde av alla 15 mätvärden. Erhållet spårdjup skall anges som % av lagertjocklek enligt metod.

I det mätförfarande som utvecklats vid VTC-Väst har den mittersta mätlinjen kompletterats med fler mätpunkter, totalt 7 stycken. Genom att mäta på detta sätt tar man hänsyn till den eventuella omlagring som sker, och man erhåller något som definierats som "fiktivt spårdjup". Fiktivt spårdjup kan man säga motsvarar det spårdjup man får på vägar när man mäter efter den så kallade rätta linjens princip. Fiktivt spårdjup i detta mätförfarande utgörs av skillnaden i höjd mellan topp och botten. Resultat anges i mm (se princip skiss nedan, figur 2).

I båda fallen används digitalt skjutmått och brygga som ställs över formen, vid faställda lägen vid varje mättillfälle.



Figur 1 Placering av mätpunkter 15 stycken fransk utrustning enligt metod



Figur 2 Princip för mätning av fiktivt spår djup; skillnad mellan maxhöjd över nollnivå och botten i spår 7 mätpunkter i centrum av plattan.

För "Hamburger Wheel-Track" sker mätning kontinuerligt med hjälp av automatiska givare som under körning registrerar hjulets höjdläge. Spår djup utgörs av skillnad i höjdläge mät vid olika antal cykler uttryckt i mm.

En väsentlig skillnad mellan utrustningarna är tiden för genomförande av analysen samt antalet cykler (passager fram och tillbaka).

För den Franska utrustningen är tiden från start till avslutad analys ca 2 ½ dygn för 30 000 cykler som är det normala antalet vid analys. Denna långa tid kan för

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 49 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

vissa beläggningar vara mycket tuff, och bituminet klarar inte att hålla ihop beläggningen och man får mer eller mindre en kollaps av beläggningen. I angiven tid ingår tempereringstid till testtemperaturen. En cykel motsvarar en passage fram och åter vilket innebär sammanlagt 60 000 singel passager.

För ”Hamburger Wheel- track” är analys tiden ca 8- 10 timmar inklusive konditionering till 60 °C och antalet singel passager är 20 000.

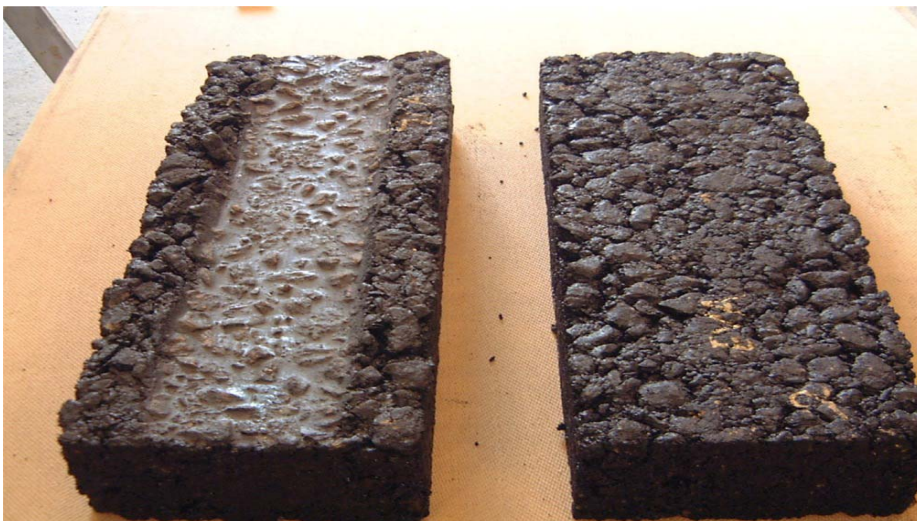


Bild 4 Exempel på hur provplattor kan se ut efter körning i Wheel-Track (fransk utrustning) bra och mindre bra deformations resistens.

Nedan redovisas erhållna resultat av utförda undersökningar för båda utrustningarna. Redovisade resultat är i samtliga fall medelvärde av undersökning av två plattor per utrustning och variant. Angivna värden avser uppmätt slutvärde, delvärden efter olika antal cykler och passager bedöms inte påverka slutgiltig bedömning. Innan wheel-track undersökning har genomförts har plattorna legat i normal rums temperatur i ca 4 veckor efter tillverkning.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 50 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

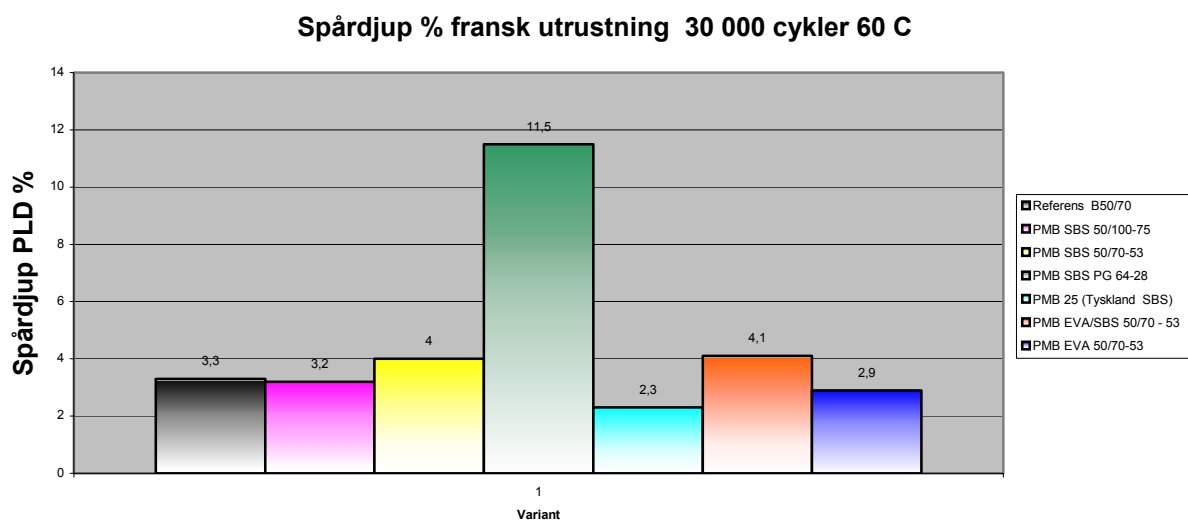


Diagram 8 Spårdjup mät som % av lagertjocklek fransk utrustning 15 mätpunkter efter 30 000 cykler.

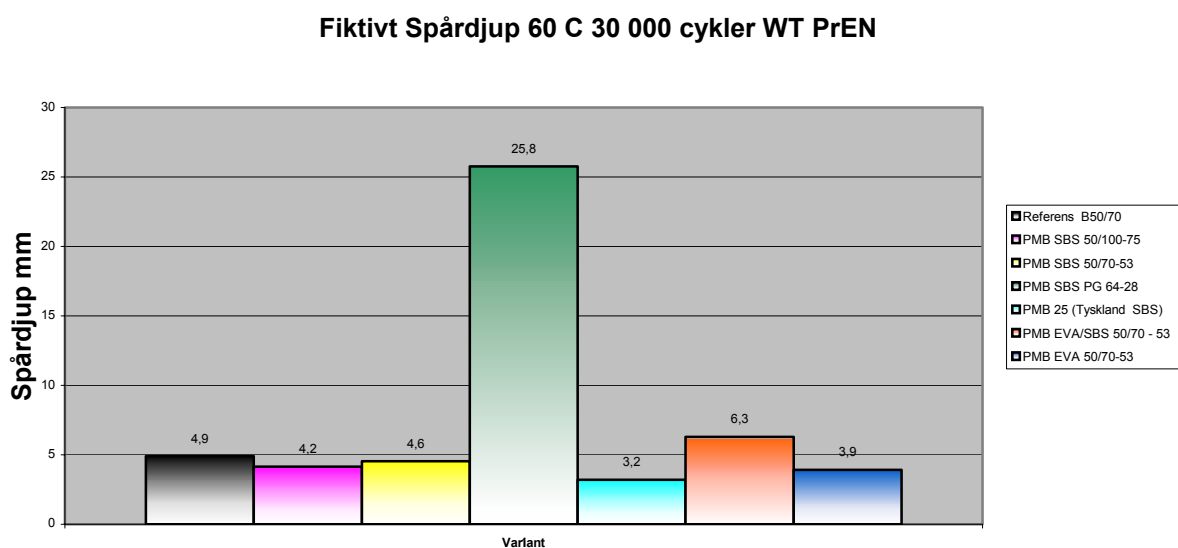


Diagram 9 Fiktivt spårdjup centrumlinjen fransk utrustning 30 000 cykler 7 mätpunkter.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 51 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

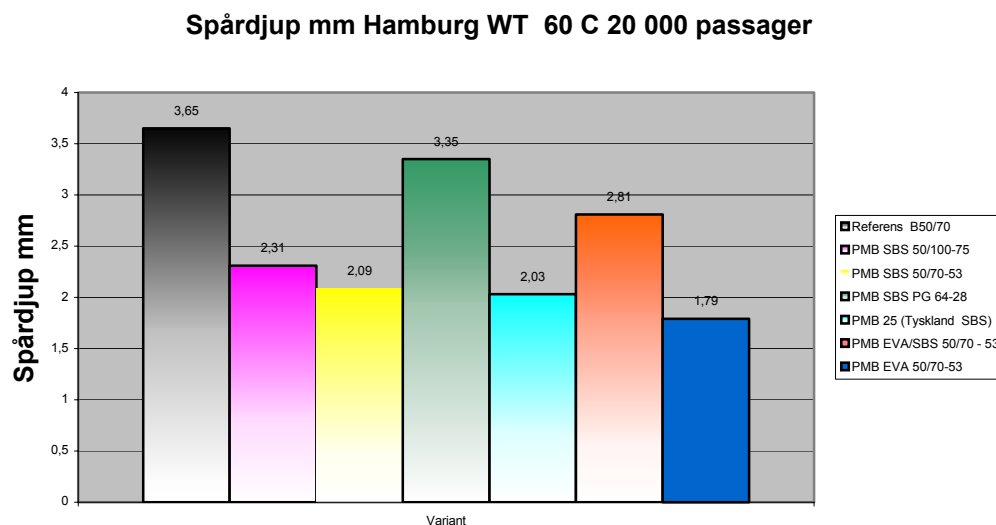


Diagram 10 Spårdjup mm 60 grader C 20 000 passager ” Hamburg Wheel-Track”

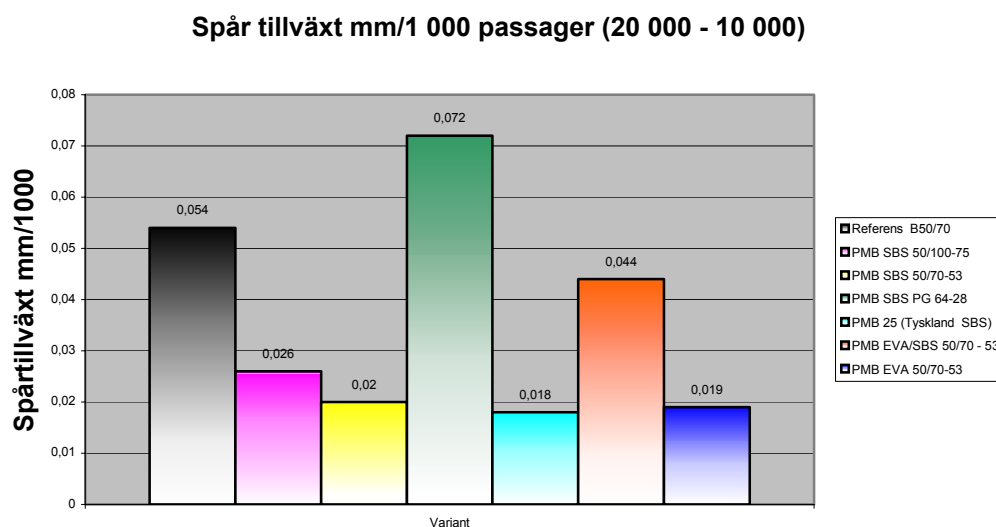


Diagram 11 Spårtillväxt (rate) mm/1000 överfarter mellan 10 000 och 20 000 passager ” Hamburg Wheel-Track”.

Av ovanstående redovisade Wheel-track undersökningar ser man att det är vissa skillnader mellan de olika varianter av polymermodifierat bitumen som undersökts i denna undersökning. Man ser även att de två typerna av utrustning eventuellt kan ge upphov till olika rangordning av de olika varianterna som är undersökta här. Vi skall dock vara försiktiga att dra för stora slutsatser i denna undersökning, vi måste komma ihåg att det är ett begränsat underlag, det är bara

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 52 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

en undersökning (körning) i respektive utrustning per PMB variant som är undersökt.

För fransk utrustning betraktas spårdjup efter 30 000 cykler vid 60 ° C som är mindre än 5 % i förhållande till nominell lager tjocklek som mycket stabila beläggningar.

Under 10 % betraktas beläggningen som stabil. Och över 10 % spårdjup bedöms att det finns risk för deformation i aktuellt beläggningslager. Av ovanstående framgår således att alla varianter utom den som är utförd med PMB PG 64 - 28 betraktas som mycket stabila beläggningar.

För "Hamburger Wheel-Track" finns för närvarande inte riktigt samma erfarenhet och klart uppställda rekommendationer. Hamburg stad har på vissa arbeten krävt att man inte skall få ett spårdjup som är större än 3 mm, normalt provat vid 50 grader C. För utsatta ställen kan man använda 60 grader C som testtemperatur med samma kravnivå. När det gäller tillväxten (raten) ökning per 1 000 passager mellan 20 000 passager och 10 000 passager, så är det en information som skall användas för att bedöma om det fortfarande är en tillväxt eller om kurvan har planat ut.

Om vi bedömer erhållna resultat av analyserna som är utförda i "Hamburger Wheel-Track" enligt ovanstående mått klarar 5 av 6 PMB varianter uppställt krav. PMB PG 64 -28 samt referensen med B 50/70 klarar inte kravet på en spårdjup som är mindre än 3 mm. Om vi tittar på tillväxttakten ser vi att det högsta värdet har PMB PG 64 - 28 som har en relativ hög tillväxttakt. PMB PG 64-28 var även den variant som fick kraftig omlagring i den franska utrustningen med största uppmätta deformation och ett kraftigt "fiktivt" spårdjup.

Referensen med B 50/70 har även den relativt hög tillväxttakt i "Hamburger Wheel-track" den har dock inte visat på samma tendens när det gäller provning i den franska utrustningen. Om det har att göra med att i "Hamburger Wheel-track" utförs analysen under inverkan av vatten eller om det är någon annan väsentlig parameter som påverkar resultatet har man inte haft möjlighet att undersöka inom ramen för detta projekt.

12 Rekommendation avseende varianter att användas för utvärdering av bindlager (ABb) på provväg.

Inom ramen för detta projekt ingick att efter genomförda laboratoriestudier utvärdera alla erhållna mätresultat av funktionella egenskaper och till Vägverket Region Väst rekommendera två varianter av PMB att användas för utvärdering i bindlager på provvägen.

Förstärkt arbetsgrupp för detta projekt har noggrant försök värdera de olika funktionella egenskaper som respektive bindemedelsvariant givit. I de tekniska

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 53 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

anvisningarna för provvägen är i bindlagret stabilitet/deformationsresistens den egenskap som är prioriterad för val av vilken produkt skall användas.

Eftersom många varianter har mycket lika egenskaper är det inte helt lätt att skilja ut de varianter som bör utvärderas i fullskale försök på provvägen. Den produkt som var lättast att plocka bort var PMB PG 64 - 28 som genomgående givit de sämsta egenskaperna avseende stabilitet i denna undersökning.

Den variant som var tillverkad enligt tysk specifikation för PMB 25 blev nästa variant vi tog bort trots att den givit resultat med den bästa stabiliteten. Vår bedömning är att det är lite för extrem produkt som även om vi lyckats med den i laboratoriestudien är vanskelig att jobba med i praktisk produktion med dess krav på höga tillverknings temperaturer etc.

Av de 4 kvarvarande varianterna valde vi efter mycket diskussion fram och tillbaka följande 2 varianter att användas för fullskallig utvärdering på provvägen.

PMB 50/70 - 53 Elastomer (SBS) samt PMB 50/70-53 Plastomer (EVA).

Vi har valt att ställa två typer av polymer för modifiering av bitumen mot varandra; plastomertyp (tex.EVA) jämfört med polymerer av elastomertyp (SBS). Vi tyckte den jämförelsen var intressantare jämfört med hög och låg halt av samma polymer.

För bindlager ser man i vissa länder i Europa en ökad användning av polymerer av typen plastomerer (tex. EVA) när det gäller styva och stabila bindlager beläggningar. Plastomerer anses ge en högre styvhet hos bitumen vid polymermodifiering. Ser vi till de egenskaper som vi i etapp 1A konstaterat är väsentliga för ett bitumen lämpligt för bindlager är hög styvhet hos bitumen eller asfaltmassan en viktig egenskap vid val. Vi har tyvärr inte haft tillgång till aktuella bitumenvarianters styvhet vid denna utvärdering (analys ej klar). Av den anledningen har vi inte klarat att göra någon bedömning av korrelationen mellan bitumenegenskaper och deformationsresistens beläggning.

Innan produkterna slutligen används för provvägen skall ITSR-kvot på asfaltbeläggningar med dessa två varianter av bitumen undersökas för att säkerställa att föreslagna produkter inte ger negativa egenskaper avseende ITSR-Kvot.

12.1 ITSR-Kvot (Vattenkänslighet).

Inom ramen för detta projekt ingick att undersöka (säkerställa) att de två varianter av polymermodifierat bitumen som förslagits att användas i bindlagerbeläggningen inte ger negativa effekter avseende ITSR-kvot.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 54 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

För att verifiera dessa två bitumenvarianter avseende ITS-R-Kvot tillverkades av varje variant av PMB en platta 600x400 mm med en tjocklek av 60 mm. Från denna platta borrades 10 stycken provkroppar med en diameter av 100 mm. Provkropparna har sågats till en tjocklek av 50 mm, till skillnad mot det som gjordes på bundet bärlager blev dessa plattor så plana att man bara behövde göra ett sågsnitt.

Analys är utförd enligt FAS-metod 446-01 med 7 dygns vattenlagring.

Vi bedömde det inte som nödvändigt att kontrollera referensen B 50/70, den hade NCC utfört provyta i fält med. Vi ville bara säkerställa att föreslagna varianter av PMB inte skulle ge några överraskningar. Precis som i alla övriga blandningar har det varit en cementtillsats om 1 % även vid denna undersökning.

	PMB 50/70-53 SBS	PMB 50/70-53 EVA
ITS-R-Kvot %	96	105
Draghållfasthet Torra kPa	2 091	2 146
Draghållfasthet Våta kPa	2 004	2 263

Tabell 7 ITS-R-Kvot Två ABb varianter (olika PMB) borrhärnor från plattor.

Som framgår av ovanstående värden verkar det inte som någon av provade varianter skulle ge negativ påverkan avseende ITS-R-kvot. Att man får värden på ITS-R-Kvot som ligger i nivå 100 och strax över, är inte helt ovanligt när man provar asfaltmassor som har bra vidhäftningsegenskaper och små variationer i uppmätt draghållfasthet.

13 Kommentarer, slutsatser och rekommendationer.

Inom bitumenindustrin och även inom entreprenörskåren är man i stort sett överens om att traditionella analysmetoder för normala penetrationsbitumen inte fullt ut går att använda för att på ett bra sätt beskriva egenskaper hos polymermodifierade bitumen. Därför måste vi aktivt följa det arbete som pågår bland annat i Europa. Där genomförs ett mycket omfattande arbete med att titta på alternativa analysmetoder för bitumen som bättre beskriver funktionella egenskaper hos produkten och som förhoppningsvis bättre förutsäger funktionella egenskaper i slutprodukten asfaltbeläggning.

Så som det ser ut idag har vi nog mycket svårt att gå direkt från olika egenskaper i använda polymermodifierade bitumen till funktionella egenskaper i en asfaltbeläggning. Vi skall även komma ihåg att det går att tillverka polymermodifierat bitumen på flera olika sätt mot samma specifikation. Halt och typ av polymer i kombination med penetration utgångsbitumen ger PMB-kvaliteter som går in under samma specifikation, vilket i sin tur kan ge helt olika funktionella egenskaper hos asfaltmassa/beläggning.

Med största sannolikhet måste någon form av provning äga rum avseende funktionella egenskaper asfaltmassa/beläggning. Antingen genom att man måste utför provyta eller som i denna studie jobba med borrhärdor från laboratorietillverkade beläggningsplattor. Än så länge har vi inte så stort underlag att vi kan säga att vi har bra överensstämmelse mellan borrhärdor från laboratorietillverkade tillverkade beläggningsplattor och borrhärdor från verklig utförd yta. Vi har en indikering som visar att vi hamnar i ungefär samma härad. Så jämfört med övriga laboratorie metoder att tillverka provkroppar för analys av funktionella egenskaper är borrhärdor från plattor den variant som mest verkar överensstämma med verkligt utförd beläggning. Om man skall välja mellan flera varianter av bitumen kvalitet är det betydligt enklare och billigare med laboratoriestudie jämfört med provtytor.

Inom ramen för det arbete som sker runt provvägen på E 6 måste man utvärdera använda bitumentyper genom att även se på alternativa analysmetoder jämfört med de som finns i specifikationen idag. Även om inte de nya metoderna är helt framme idag är det viktigt att man för framtiden sparar prover av använda material. Genom att spara prover har man möjlighet att gå tillbaka och eventuellt komplettera med ytterliggare analyser på de olika varianter av polymermodifierat bitumen som är använda i denna undersökning.

Denna undersökning har visat på att det går att förändra asfaltmassor och asfaltbeläggningsars funktionella egenskaper genom att arbeta med olika polymermodifierade bitumenkvaliteter. Dock är det mycket svårt att utifrån egenskaper hos använt bitumen fullt ut kunna förutse hur olika funktionella egenskaper förändras hos slutprodukten.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 56 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Helt klart är att ökad kunskap behövs i branschen om hur man kopplar egenskaper hos de olika ingående delmaterialen som ingår i en asfaltmassa (beläggning), och hur de påverkar egenskaper i slutprodukten.

Man måste vara mycket försiktigt med att bara säga att ”använd polymermodifierat bitumen så löser man alla problem”, och att man automatiskt får beläggningar med bättre prestanda. Försök att på något sätt åtminstone använda någon av de varianter som finns i specifikationen om polymermodifierat bitumen i ATB-Väg. I ATB-Väg specifikationen finns även möjlighet att tillverkaren/entreprenören deklarerar använd produkts egenskaper. Genom att hänvisa till en specifikation ställs vissa minimikrav på använt bitumen, och man får i alla fall några data att utgå från.

Man måste tänka lite grann som man gjort när man tagit fram den tekniska anvisningen för provvägen. Vilken egenskap i aktuellt beläggnings lager önskar man uppnå en förbättring av.

Helt klart är att man kan förändra ett antal funktionella egenskaper, genom att som i det här fallet använda ett polymermodifierat bitumen men man måste ha klart för sig hur man prioriterar olika egenskaper.

Även om vi inte har ett stort underlag i denna undersökning så ser vi att faktorer som kan bedömas som produktionsrelaterade (tex. packning) framför vissa produktrelaterade (tex. penetration och mjukpunkt) klart inverkar på funktionella egenskaper i slutprodukten. Utifrån detta kan det tyckas som vi skjuter över målet när vi i detta projekt skall försöka identifiera olika egenskaper hos bitumen som bättre skall styra mot funktionella egenskaper hos slutprodukten. För att komma framåt är det nog viktigt att vi arbetar på bred front med olika inriktning. Även med att fortsätta att titta på egenskaper hos olika ingående delkomponenter.

Så här långt har vi studerat egenskaper hos beläggningar av typen bundet bärlager (AG) och bindlager (ABb). Vi har sett att det går att påverka de funktionella egenskaperna i asfaltbeläggning genom att arbeta med olika typer av polymermodifierat bitumen. Vi har dock inte ännu identifierat egenskaper hos använda bitumenvarianter som är en klar indikator på vilka funktionella egenskaper vi får i slutprodukten asfaltbeläggning. Eftersom vi ser att man kan förändra egenskaperna är det viktigt att vi fortsätter att och jobba vidare med olika typer av polymermodifierat bitumen för olika applikationer. Vi kommer successivt att öka vår kunskap och erfarenhet. Med största sannolikhet kommer vi att hitta öppningar och vägar fram så att vi förhoppningsvis kan minska på all den omfattande provning av funktionella egenskaper som vi tillsvidare gör på slutprodukten.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 57 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Vi har inte så här långt uppfyllt vår målsättning att kunna ta fram en lathund (rekommendation) som underlättar vid val av polymermodifierade bitumenprodukter utifrån egenskaper i bitumen, som styr mot funktionella egenskaper i beläggning. Om vi fortsätter och jobbar vidare och även följer den utveckling som sker i vår omvärld får vi se om vi inte hittar öppningar och möjligheter till någon form hjälpmedel; hur vi bäst väljer bitumen som styr mot funktionella egenskaper i en beläggning.

Vi har konstaterat att olika polymermodifierade bitumenvarianter ger förändrade och förbättrade egenskaper hos asfaltbeläggningar vid denna laboratoriestudie. Vilket utfall vi får i verkligheten får långtidsuppföljning av aktuell provväg E 6 och övriga beläggningar som utförs med olika varianter av PMB vissa.

Bilagor

- | | |
|-----------------|--|
| Bilaga 1 | Reviderad Förteckning Provsträckor /Provplan
Provväg E6 Södergående |
| Bilaga 2 | Teknisk beskrivning
Provväg E 6 Gedeknippeln - Kallsås |
| Bilaga 3 | Förslag på arbetsrecept AG 22 100/150 NCC Roads
Uddevallaverket. |
| Bilaga 4 | VTI utlåtande 715 utmattningsegenskaper hos PMB
asfaltmaterial. |
| Bilaga 5 | Förslag på arbetsrecept ABb 22 50/70 NCC Roads
Uddevallaverket |

Bilaga 2

TEKNISK BESKRIVNING

väg/beläggningsarbeten

(TBv/bel)

för utförande av beläggningsobjekt

Provväg E6 Geddeknippeln - Kallsås

Vägverket Region Väst

Handlingen upprättad 2002-03-08

TEKNISK BESKRIVNING

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 60 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Väg/beläggningsarbeten (TBV/bel)

För beläggningsarbeten gäller publikation 2001:111 ATB VÄG 2002, och TBV/bel för utförande av beläggningsobjekt år 2002 för Vägverket Region Väst daterad 2001-12-10 med de ändringar och tillägg som framgår av denna TBV/bel.

Omfattning

Provytor omfattas av K1 och K2. Entreprenör skall även utföra läggning av vägren med asfaltmassa som beskrivs på typsektion. Stödremsa och trafiklinjemålning utförs av huvudentreprenör.

Aktörer

I entreprenaden ingår att samarbeta och lämna full insyn till den samarbetsgrupp som bildats mellan VVÄ och FAS. I projektet ingående polymerbitumenkvaliteter kommer att pekats ut i samråd mellan entreprenör, samarbetsgrupp och till projektet knutet SBUF-projekt.

Proportionering

Referenssträcka:

Entreprenören skall på referenssträckor proportionera asfaltmassor för de olika lagren med inriktning på funktionella egenskaper enligt ATB VÄG 2002 kap. 5.2.

Kravnivå för de olika lagren skall uppfylla de värden som ställs i tabellerna F 5.2-1, F 5.2-2, F 5.2-3 och F 5.2-4 efter nedanstående trafikparametrar:

ÅDTk stab 900 – 1800

ÅDTk tung 1000 – 2000

ÅDTk just > 7000

Proportionering skall göras med penetrationsbestämda bitumen enligt ATB VÄG I3.1.

Rekommendation att bindemedel till bundet bärlager bör inte vara hårdare än 100/150.

Traditionellt arbetsrecept skall redovisas.

Om kravnivån i receptskedet inte uppnås skall dialog föras mellan entreprenör och arbetsgrupp för provvägen.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 61 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Provsträckor:

I utarbetade recept för referenssträckan skall penetrationsbestämt bitumen bytas ut mot speciellt utpekade polymermodifierade bitumen.

Inga andra ändringar avseende sammansättning får göras.

Arbetsgruppen för provvägen kommer att ange de varianter av polymermodifierad bitumen som skall användas på de olika provavsnitten.

Utförande

Utläggning av provytorna skall starta i K2 därefter läggs K1.

Redovisning

Normal kvalitetsredovisning mot arbetsrecept skall redovisas, dock minst ett prov per provyta och kvalitetsparameter.

Utöver detta skall mätning av egenskaper och prestanda som omfattas av provvägen redovisas. Provningen omfattar referens- och provytor. Prov på dessa ytor tas i K1.

Två provserier uttas på varje provyta för varje lagers funktionella egenskaper.

Varje enskild provpunkt skall slumpas ut.

Krav av provning lagervis:

Slitlager.

Nötningsresistens

Deformationsresistens/stabilitet

Flexibilitet

Styvhetsmodul och utmattningsmotstånd

Vattenkänslighet

Permeabilitet

Bindlager.

Deformationsresistens/stabilitet

Flexibilitet

Styvhetsmodul och utmattningsmotstånd

Vattenkänslighet

Nötningsresistens

Bärlager (AG)

Deformationsresistens/stabilitet

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 62 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Flexibilitet

Styvhetsmodul och utmattningsmotstånd

Vattenkänslighet

Fet stil anger prioriterad egenskap

För varje egenskap som skall valideras kommer det att utarbetas max. skillnad mellan två provserier. *Spannet på skillnader utarbetas av arbetsgruppen.*
Homogenitet skall mätas och redovisas på ytor i K1 och K2. Mätmetod föreslås av entreprenör och utvärdering av resultat görs av arbetsgruppen.

Kalkylvärden

Kalkylpris för ingående polymerbitumen är 4 200 SKR / ton.

Kalkylvärde bindemedelshalt

Slitlager ABS 16 6,3 %

Bindlager ABb 16 5,4 %

Bärlager AG 22 4,5 %

Reglering av skillnad i bindemedelshalt och pris kommer att göras.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 63 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Bilaga nr 3



ARBETSRECEPT Beläggingsmassa

Produkt :
AG 22 100/150 4,5%
Leverantör :
NCC Roads AB Sydväst Uddevallaverket Asfalt
Objekt :
E6 Geddeknippen - Kallsås

ARBETSRECEPT 1

Uppdragsgivare :
NCC Roads
Entreprenör :
NCC Roads
Datum fr.o.m
2002-11-21
Datum t.o.m

Stenmaterial
Leverantör **NCC Roads AB Sydväst Uddevallaverket**
Densitet **2,68**
Flisighet **1,31**
Sprödhet **41**
Kulkvarn **10**

Beläggingsmassa
Bindemedelsdensitet **1,015**
Bindemedelshalt **4,5**
Skrymdensitet **2,383**
Kompaktdensitet **2,496**
Hålrum **4,5**
BFH **70,0**
Tjocklek **44/73**
Vidhäftningstal **> 70%**
Dynamisk krypstabilitet **< 25 000**

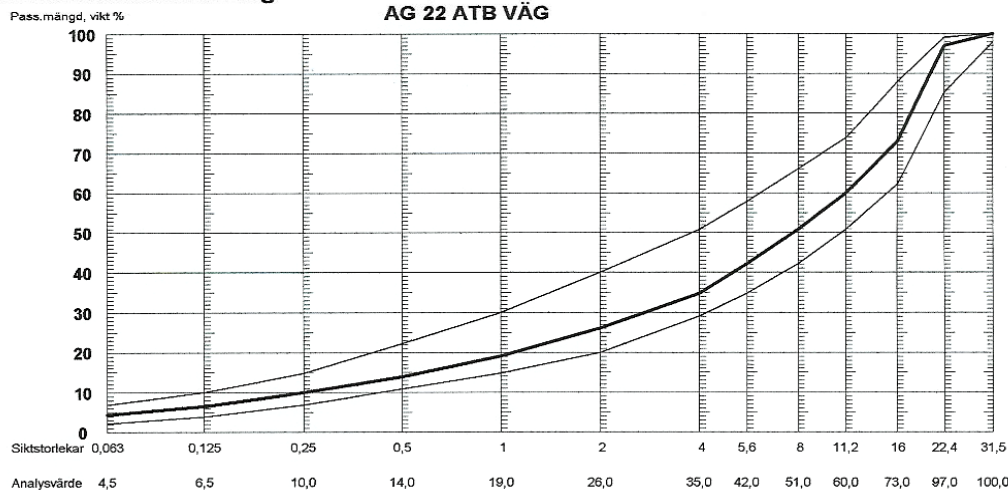
Styvhetsmodul **< 4000 MPa/10**
Tillsatsmedel
Cement **1 %**

Kontrollpunkt (mm)	0,063	4	8	16
Passerad vikt (%)	4,5	35	51	73

Notering :
Styvhetsmodul: < 13 000 vid 5° C
< 2 000 vid 20° C

Kornstorleksfördelning

Gränslinje :
AG 22 ATB VÄG



Ort och datum
Uddevalla 2003-01-07

Tagit del: Ort / datum

Karl-Johan Aksell

NCC Roads AB / Sverige Sydväst
Väglaboratorium
Gullbergs Strandgata 2
405 14 GÖTEBORG

Besöksadress
Bäve Groröd 50, Uddevalla
Styrelsens säte
Solna

Telefon
0522-649663
Telefax
0522-661209

Org.nummer
556302-3307
VAT-nummer
SE556302330701

Postgiro
731325-7
Bankgiro
5882-7700

Laboratoriet certifierat enligt ISO 9001 och 14001

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 64 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Bilaga 4

VTI Utlåtande 715

2003-05-21
Dnr 2003/0267-29:

UTMATTNINGSEGENSKAPER HOS PMB- ASFALTMATERIAL

Författare: Hassan Hakim
Projektnr: 60521

Uppdragsgivare: Skanska Sverige AB
Asfalt & Betong/Teknik
Vägtekniskt Centrum Väst
Pl 6185
424 57 Gunnilse

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 65 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

PROVNING AV UTMATTNINGSEGENSKAPER

Inledning

VTI, enhet Väg- och Banteknik, har på uppdrag av Skanska utfört provning avseende utmattningshållfasthet på fem serier borrhärdar. Alla serier består av 10 st borrhärdar. Totalt 50 borrhärdar med 100 mm i diameter och ca 60 mm i tjocklek har utsatts för upprepade belastningar till brott enligt pressdragprovning (VTI notat 38-95). Provningsen har utfört vid 10°C. Målsättningen är att klarlägga skillnader i utmattningresistansen mellan olika serier.

Tillverkning

Stenmaterialiet och basreceptet på AG 22 kommer från Uddevallaverket, Porsen, som tillhör NCC koncernen. Bituminet är polymermodifierat och har levererat av företaget Pankas i Danmark. Blandning och packning av massorna har skett hos Skanska VTC-Väst Angered. Efter packningen av massor i en "plate compactor" har 100 mm borrhärdar borrats ur plattorna. Vid blandning och tillverkning av plattor har temperaturen korrigerats för respektive bindemedel. Seriernas beteckning och bindemedelstyp visas i tabell 1.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 66 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Tabell 1 Seriernas beteckning och bindemedelstyp

Serie nr	Beteckning	Bindemedels typ
1	1A-1J	B100/150
2	2A-2J	PMB 100/150-43
3	3A-3J	PMB 100/150-75
5	53A-53J	PMB 50/70-53
6	75A-75J	PMB 50/100-75

Provningsresultat

Skrymdensitet och tjocklek på samtliga borrhärdar har bestämts enligt FAS 427 och FAS 448. Från utmattningsresultaten har styvhetsmodulen beräknats för några provkroppar (där deformation ligger mellan 2 till 5 µm). Tabell 2 visar medelvärden för varje serie.

Tabell 2 Medelvärden av tjocklek, diameter, skrymdensitet och styvhetsmodul

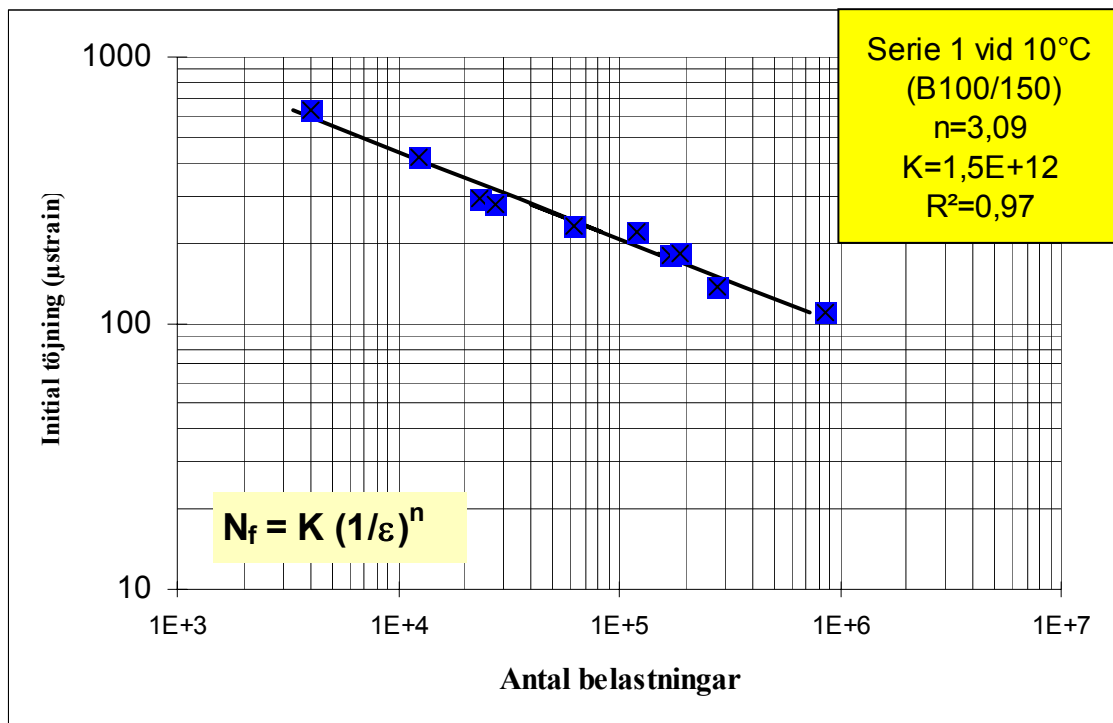
Serie nr	Tjocklek mm	Diameter mm	Skrymdensitet g/cm ³	Styvhetsmodul MPa
1	59,9	98,3	2,374	6988
2	59,9	98,3	2,390	7626
3	60,1	98,4	2,378	5620
5	59,6	98,4	2,359	8778
6	59,5	98,4	2,386	8431

I figur 1 till 5 presenteras utmattningskriterier för serierna. Regressionssambanden beräknas mellan logaritmen av initial töjning (ϵ) och logaritmen av antal belastningar till brott (N_f). Den matematiska formeln för regressionslinjen är:

$$N_f = K(1/\epsilon)^n$$

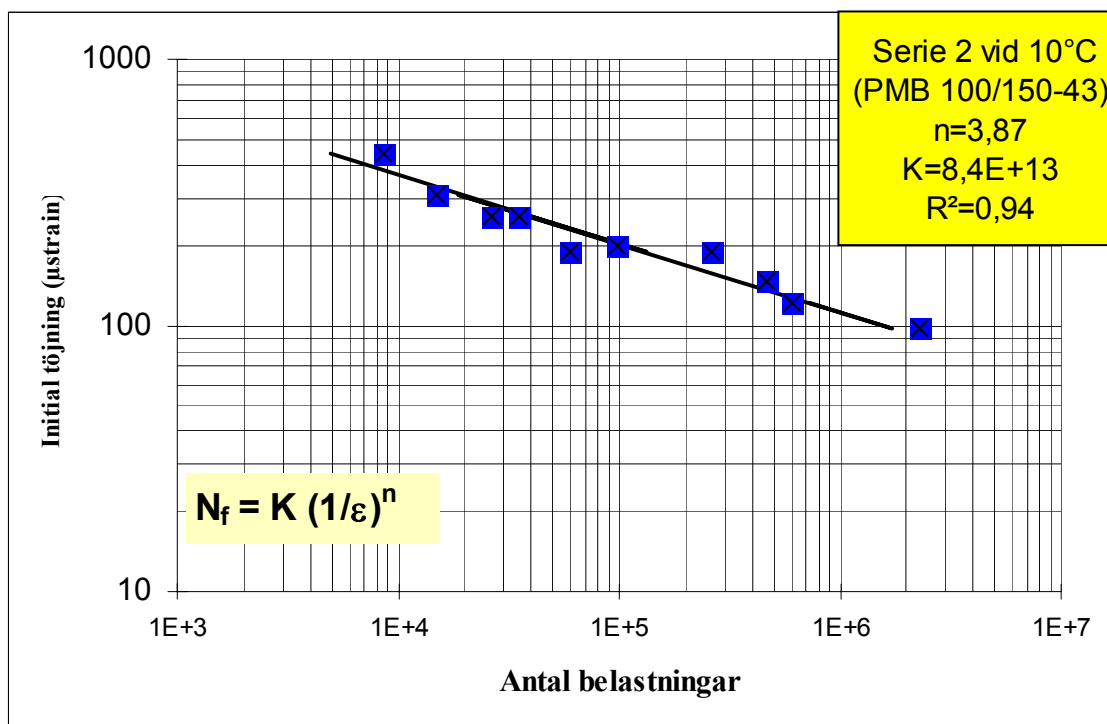
Värdena på K och n för varje serie med spridningsmättet R^2 presenteras i figurerna. Spridning är normala för labbtillverkade prov.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 67 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.



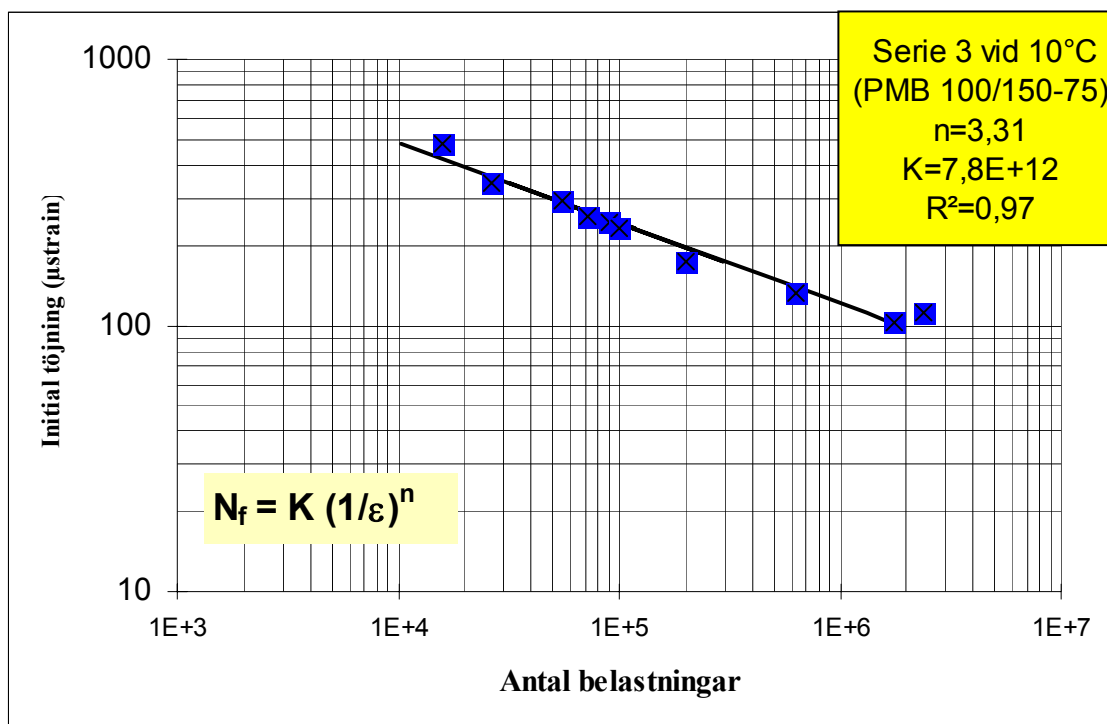
Figur 1 Utmattningshållfasthet för serie 1 (enskilda värden och regressionslinjen)

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 68 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.



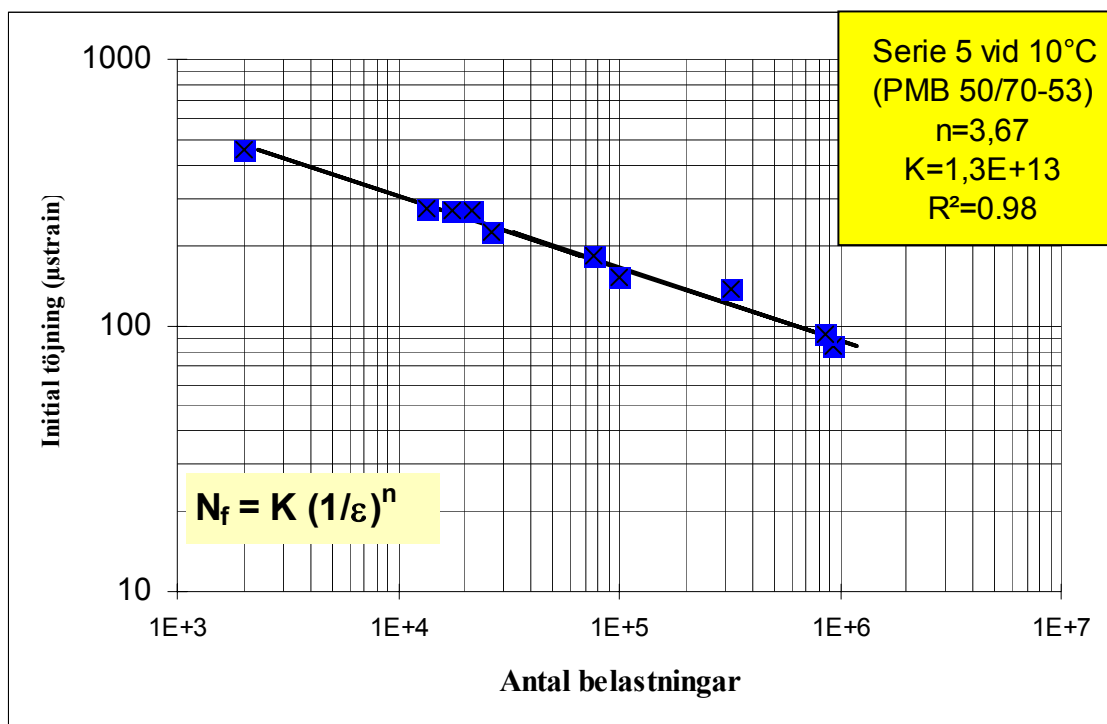
Figur 2 Utmattningshållfasthet för serie 2 (enskilda värden och regressionslinjen)

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 69 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

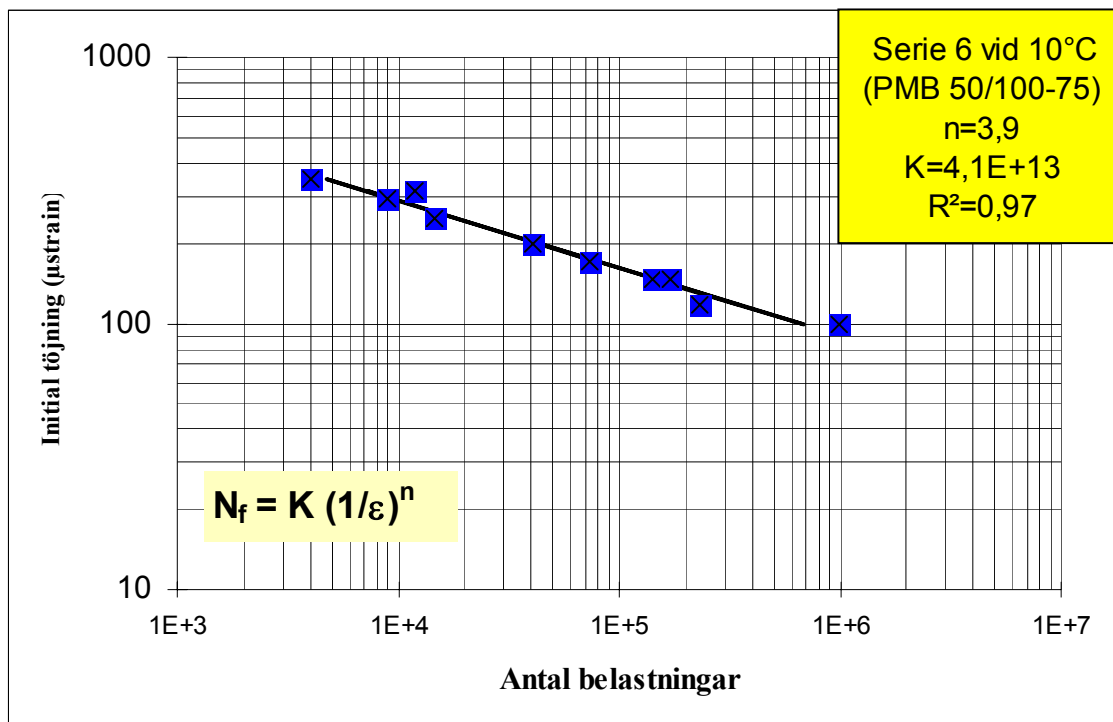


Figur 3 Utmattningshållfasthet för serie 3 (enskilda värden och regressionslinjen)

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 70 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.



Figur 4 Utmattningshållfasthet för serie 5 (enskilda värden och regressionslinjen)

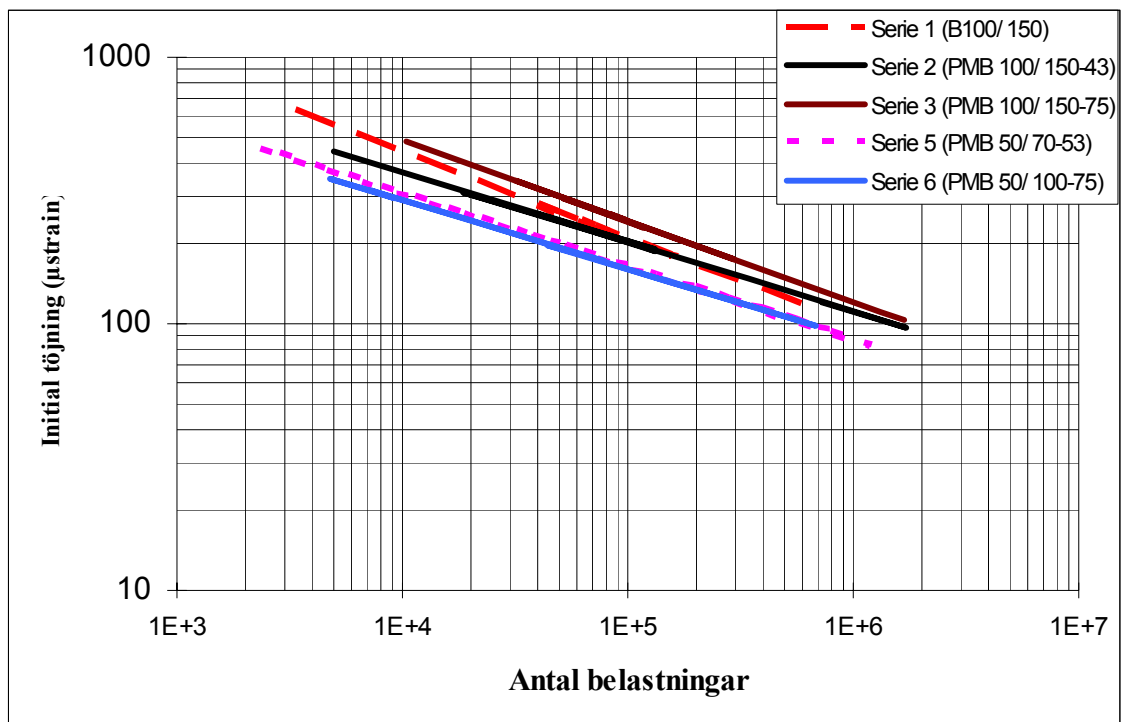


Figur 5 Utmattningshållfasthet för serie 6 (enskilda värden och regressionslinjen)

Avslutande kommentarer

Sammanställning av undersökta serier visas i figur 6. Skillnaderna mellan serierna har undersökts på 95 % konfidensnivå och det har visat att det inte finns någon signifikant skillnad mellan serie 1 och 2 och inte heller någon signifikant skillnad mellan serie 5 och 6. Däremot skiljer sig serie 3 signifikant från övriga serier och serierna 1 och 2 skiljer sig från serierna 5 och 6.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 72 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.



Figur 6 Jämförelse av utmattningshållfasthet för serierna (regressionslinjer)

Serie 1 och 2 har lägre styvhetsmodul och visar längre livslängd än serie 5 och 6 vid samma töjningsnivå (Said & Johansson 1997). Serie 3 har lägsta styvhet och därför visar största livslängd i jämförelse med andra serier. Effekten av PMB bindemedel är varierande enligt den här undersökningen baserad på styvhet- och utmattningsresultatet.

Referenser

Said S& Johansson S: **"Mechanical Properties of Bitumen Roadbase Mixes"**. Proceedings of the Fifth International Rilem symposium MTBM Lyon 97, France, 14-16 Mai 1997.

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 73 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.

Bilaga 5

SBUF projekt 11138 och 11400 PMB identifiering av egenskaper i 74 bitumen som ger rätt egenskaper i beläggning.