

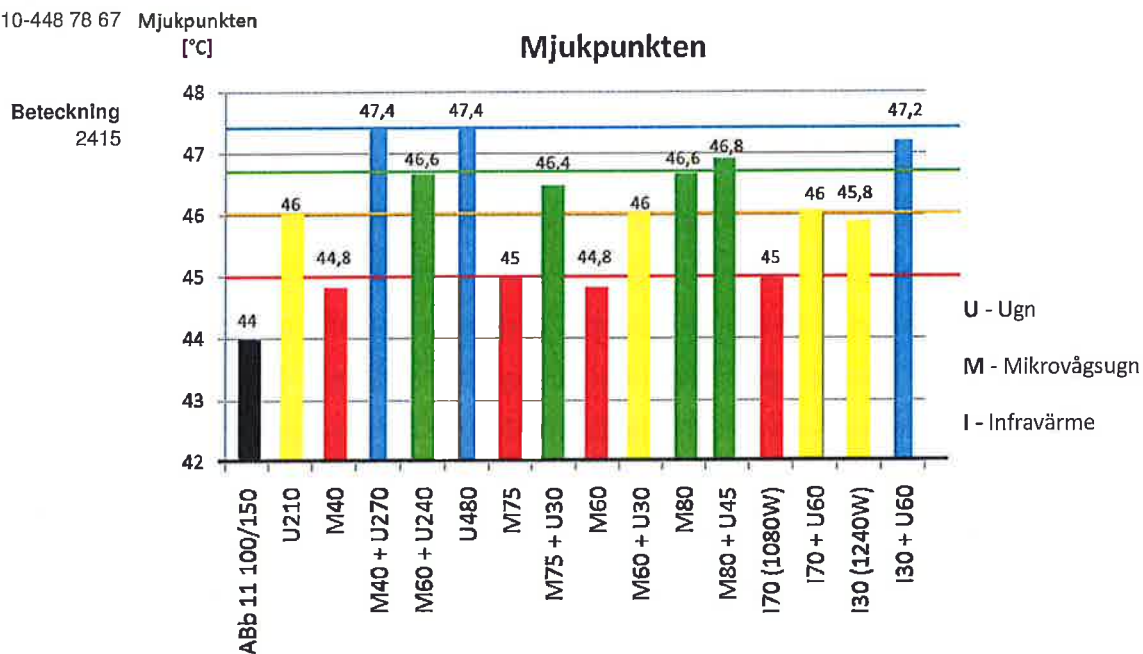
SBUF/Trafikverket-projekt

Datum
2013-09-01

Författare
Ptryk Witkiewicz – Skanska
Kenneth Olsson – Skanska

Skanska Sverige AB
Teknik – Vägtekniskt Centrum
Box 49
123 21 Farsta
Tel: 010-448 78 67

Återuppvärmning av asfaltmassa på lab.



FÖRORD

Detta projekt har varit samfinansierat mellan SBUF och Vägverket och Skanska har varit sammanhållande med projektledare. Referensgruppen har bestått av följande personer:

Patryk Witkiewicz,	Skanska Teknik	<i>Projektledare</i>
Kenneth Olsson,	Skanska Teknik	
Thorsten Nordgren,	Trafikverket	
Leif Viman,	VTI	
Jonas Ekblad,	NCC	
Henrik Arendal,	Nynas	

Genom att återuppvärma asfaltmassa finns en risk att bindemedelseegenskaperna i asfaltmassan ändras. Detta kan medföra att testresultaten från laboratorietillverkade provkroppar kan skilja sig från provkroppar uttagna från vägen. I denna rapport har olika återuppvärmningsmetoder testats för att jämföra vilken metod som påverkar bindemedelseegenskaperna minst.

Det laborativa arbetet har utförts av laboratorier inom Skanska. Ett varmt tack för stort engagemang och ovärderlig hjälp till alla involverade i projektet.

/Patryk Witkiewicz

SAMMANFATTNING

Återuppvärmning av asfaltmassa är en vanlig process vid arbete på laboratorium. Arbetsmetoderna som kräver denna uppvärmning är bl.a. neddelning av asfaltmassa för sammansättningskontroll men framförallt för tillverkning av provkroppar som sedermera skall testas med olika funktionella mätmetoder. Vid uppvärmningen av prover exponeras asfaltmassan för syre vilket förändrar bindemedelsegenskaperna. Under sådana förhållanden hårdnar bitumen och massan ändrar sina egenskaper. Syftet med detta projekt var att finna ut vilken uppvärmningsmetod och tillvägagångssätt på laboratoriet som åldrar bindemedlet så lite som möjligt. En förhårdning av bindemedlet på 1-2°C på prover uttagna från asfaltverket är rimliga nivåer med tanke på den oxidation som ändå sker vid transport och utläggning av asfaltmassan.

Idag är varmluftsugn den vanligaste metoden för återuppvärmning av asfaltmassa och i denna undersökning har denna metod visat sig fungera tillräckligt bra om förutsättningar finns med små prover (15 kg:s kartonger). Det är framförallt tiden i ugnen som har betydelse för åldringen av asfaltmassan.

Två andra uppvärmningsmetodiker har undersökts i denna studie, mikrovågsuppvärmning och infrarödoppvärmning. Båda metoderna åldrar bindemedlet mycket lite men temperaturskillnaderna i asfaltmassan medförde att det behövdes en homogenisering av temperaturen med hjälp av varmluftsugn. Detta förfarande fungerade också men det blir klart mycket omständigare än uppvärmning i varmluftsugn.

För att likrikta uppvärmningsförförandet på laboratorierna bör en metodhandledning tas fram.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. BAKGRUND	5
2. SYFTE	6
3. GENOMFÖRANDE	6
4. LITTERATURSTUDIER	7
5. ÅLDRING AV BITUMEN	9
6. METODER	12
6.1 Bitumenanalyser	
6.2 Uppvärmningsmetoder	
7. RESULTATREDOVISNING	22
7.1 Ursprungsbitumen	
7.2 Undersökning med Varmluftsgn	
7.3 Undersökningar med Mikrovågsgn	
7.4 Undersökningar med Infravärmare	
7.5 Undersökningar med Mikrovågsgn + Varmluftsgn	
7.6 Undersökningar med Infravärmare + Varmluftsgn	
7.7 Sammanfattning av alla metoder	
8. RESULTATDISKUSSION OCH SLUTSATSER	35
Referenser	
Bilaga 1: Analysprotokoll	
9. FORTSATT ARBETE	37

1. BAKGRUND

Behovet av att tillverka representativa asfaltkroppar på labb för funktionella tester väntas öka. I takt med att oförstörande provningsmetoder tas fram som kontrollerar utförandet av asfaltbeläggningen kan borrhningen minska i omfattning. Detta möjliggör att den tillverkade asfaltmassan kan kontrolleras med avseende på viktiga funktionella egenskaper såsom vattenkänslighet, wheeltrack, prall m.m.

Resultaten av SBUF projekt *"Asfaltbeläggningar med bindmedel av olika ursprung"* påvisar att bindemedelens egenskaper påverkas betydligt vid för lång tids uppvärmning i ugn. Det finns därför ett behov att normalisera metodiken med att återuppvärma asfaltmassa innan tillverkning av provkroppar för vidare analys av funktionella egenskaper.

2. SYFTE

Syftet med projektet har varit att ta fram kriterier för hur asfaltmassa skall värmas upp på laboratoriet för att bindemedelsegenskaperna skall bli så lite påverkad som möjligt. De undersökningar som utförts kommer att leda fram till en kommande metodhandledning för uppvärmning av asfaltmassa på lab.

3. GENOMFÖRANDE

Asfaltmassa av typen ABb 11 100/150, ABT16 70/100 och AG 22 160/220 tillverkades på Skanskas asfaltverk i Södertälje. En av erfarenheterna som erhållits i andra SBUF-projekt är att använda sig av mindre förpackningar för lagring av asfaltmassan för att minimera uppvärmningstiden. I vårt fall har normala provtagningskartonger använts och när de är fullt fyllda så är provmängden ca 15 kg i vardera kartongen.



Bild 1: Avhämtning av asfaltprover från SKANSKAS asfaltverk i Södertälje.

4. LITTERATURSTUDIER

Den litteratursökning som utförts visar att det ej är så vanligt att återuppvärma asfaltprovkroppar endast på ett sätt. Type Testing av asfaltmassa utförs i många länder på laboratoriepackade provkroppar men det står väldigt lite beskrivet om hur man återuppvärmer asfaltmassan. Det finns åtminstone några olika typer av återuppvärmning metoder som emellanåt används i laboratorier i andra länder t.ex. : i konventionell varmluftugn, i mikrovågsugn och med infravärme strålning.

Innehållet i standarder från Europa och USA beskriver inte på ett tydligt sätt hur uppvärmningen av asfalt skall genomföras. I de flesta standarder finns termen ”*Blandningen skall snabbt uppvärmas till packningstemperaturen*” eller ” *till en lämplig temperatur*” och sedan finns tabell med temperaturintervall. Standarder koncentrerar sig på den slutliga temperaturen som man vill uppnå och inte på vilket sätt temperaturen skall uppnås. Fortfarande är varmluftugn den grundläggande metoden som används för motsvarande.

I standarden SS-EN 12697-28 Vägmaterial – Asfaltmassor – Provningsmetoder för varmblandad asfalt – Del 28: Provberedning för bestämning av bindemedelshalt, vattenhalt och korngradering” står följande uttalat: ”*Temperatur- och tidsbegränsningar minimera förlust av de flyktiga beståndsdelarna i bindemedlet. Konventionella ugnar anses lämpliga för de flesta fall. För framställning av prover med mjuk asfalt som kan innehålla lätta komponenter, kan användning av en mikrovågsugn reducera risken av bindemedel härdning*”.

Överlag så finns det inte så många studier utförda beträffande sättet att återuppvärma asfaltmassa för laboratorieändamål.

Tidigare erfarenheter i SBUF-projekt visade att stora hinkar fyllda med 25 kg asfaltmassa tog lång tid att värma upp samt att detta också påverkade bitumenegenskaperna i asfaltmassan, se bild 2.

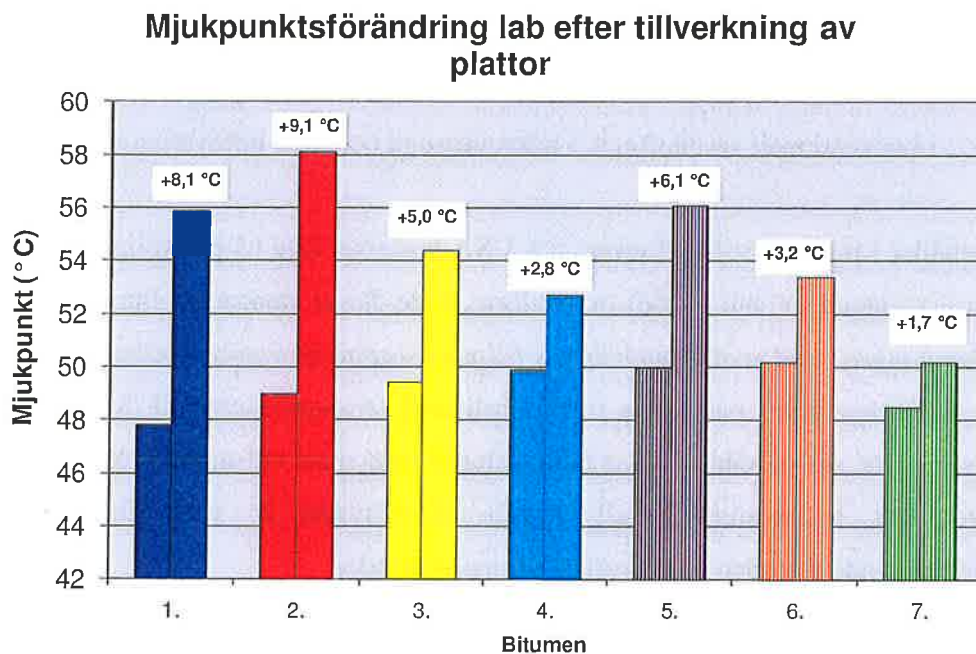


Bild 2: Jämförelse av mjukpunkt efter tillverkning vid verk och bitumen som åldrats genom upphettning i värmeskåp innan tillverkning av plattor.

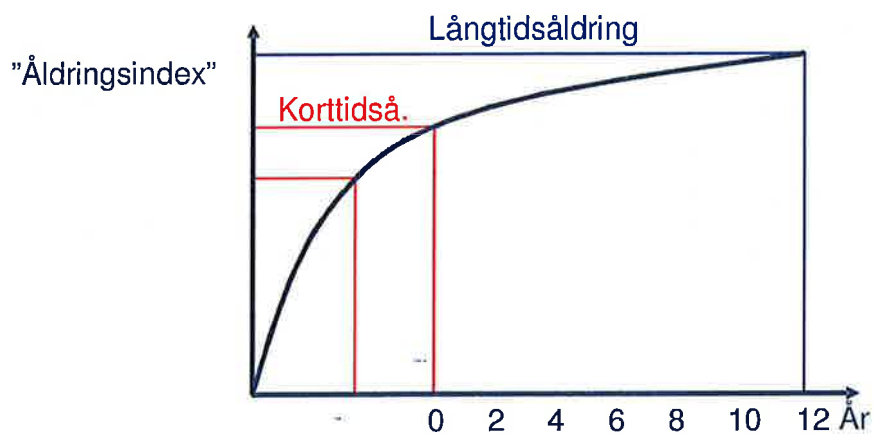
Många rapporter beskriver oftast att man får bättre funktionella egenskaper på asfaltprovkroppar om de är tillverkad på laboratoriet istället för upptagna som borrhärdar från vägen. Det finns oftast inga erfarenheter på hur mycket man åldrat bindemedlet vid återuppvärmningen av asfaltmassan innan man tillverkar provkroppar på lab. Möjligtvis kan detta vara en del i att man får bättre egenskaper på laboratorietillverkade provkroppar.

5. ÅLDNING AV BITUMEN

Bitumen oxiderar i närvaro av luft. Bindemedlet runt stenmaterialet i asfaltmassan oxiderar initialt främst vid tillverkningen, lagringen och transporten av asfalt (Värme, Syre, Tid). Under dessa skeden är asfaltmassan utsatt för höga temperaturer och denna faktor påverkar bindemedlets egenskaper mest (*Robinson 2005*). När asfaltmassan är utlagd på vägytan och samtidigt får omgivningens temperatur så startar en långsam åldring/oxidation av bindemedlet. Hur snabbt detta åldrande sker beror på hur mycket asfaltbeläggningen utsätts för syre. Ett slitlager med höga hålrumsalter kommer att åldras snabbare än ett slitlager med låga hålrumsalter. Bindlager och Bärlager som ligger under slitlagren är i lite kontakt med syre så där är oxidationen minimal. Faktorer som påverkar bitumenegenskaperna mest är alltså syre och värme (*NCHRP, 2010*).

SKANSKA

Bitumen åldras före, efter och under utförandet.



11

Bild: Niclas Stenberg (SKANSKA)

Bild 3: Åldringsförloppet hos bitumen i en asfaltmassa.

Det finns metoder på laboratoriet som används för att simulera bitumenåldring, bla kortsiktig åldring (STA – Short Term Ageing) men även långsiktig åldring (LTA – Long Term Ageing). Kortsiktig åldring simulerar man med ”Rolling Thin Film Oven Test” (RTFOT) och ”Thin Film Oven Test” (TFOT) medan långsiktig åldring kan utföras antingen med den ”Rotating Cylinder Ageing Test” (RCAT) eller ”Pressure Ageing Vessel” (PAV). Den kortsiktiga åldringen genomförs standardmässigt vid kvalitetskontroll av bitumen i Sverige.

I princip finns det fyra huvudmekanismer som sker med bitumen genom åldringsprocessen: oxidation, avdunstning (förlust av flyktiga ämnen), sterisk eller fysisk härdning och exsudativ härdning. I Tabell 1 (Whiteoak.,2003) kan man läsa av hur de olika åldringsprocesserna i bitumen påverkas av de yttre faktorerna den utsätts för.

Faktorer som påverkar bitumens åldring Processer som sker med bitumen	Påverkad med				Finns på	
	Tid	Värme	Oxygen	UV (Solljus)	Ytan	Inne
Oxidation	✓	✓	✓	✓	✓	
Avdunstning	✓	✓			✓	✓
Sterisk eller fysisk hård.	✓				✓	✓
Exsudation av oljor	✓	✓			✓	

Tabell 1: Faktorer som påverkar bitumens åldring vs. processer som sker med bitumen, (Källa: Read J. Whiteoak D. *The Shell Bitumen Handbook*, 2003).

Oxidation

Precis som många organiska substanser oxideras bitumen långsamt vid kontakt med atmosfäriskt syre. Under oxidationen skapas polar hydroxylgrupper, karbonylgrupp och karboxylgrupp och det leder till bildning av större och mer komplexa molekyler som gör bituminet hårdare och mindre flexibel. Storlek av oxidation är starkt beroende av temperatur, tid och tjockleken av bitumen filmen.

En hastighet av oxidation fördubblas för varje 10°C av ökning efter överskridande 100°C. Härdning på grund av oxidation är den främsta orsaken till åldrande av bitumen.

Avdunstning

Avdunstning av flyktiga komponenter beror huvudsakligen på temperaturen och exponeringsförhållandena. "Penetration graded" bitumen är relativt icke flyktiga och därför är härdning av bitumen orsakade av förflyktigande vanligtvis ganska liten.

Sterisk eller fysisk härdning

Fysisk härdning uppstår när bitumen finns vid omgivningstemperatur och är anknutet till omorientering av bitumen molekyler och långsam kristallisering av vaxer. Fysisk härdning är reversibla vid återuppvärmning (den ursprungliga viskositeten av bitumen erhålls). Detta fenomen kan lätt mätas i laboratorium genom att kontrollera penetrationen av bitumen utan återuppvärmning under en tidsperiod.

Exsudativ härdning

Exsudativ härdning resulterar i förflyttning av oljiga komponenter som avsöndras från bitumen till stenmaterial. Det är en funktion av både utsöndrings tendens av bitumen och porositeten hos aggregatet.

6. METODER

6.1 Bitumenanalyser

I denna undersökning har vi studerat bindemedlets egenskaper genom att analysera mjukpunkten på bindemedlet. Denna parameter bestäms kontinuerligt vid asfalttillverkning genom att krav på mjukpunktsförändring finns i Trafikverkets regelverk. Vid asfalttillverkning får bindemedlets mjukpunkt från asfaltmassan förändras max 6 grader i jämförelse mot mjukpunkten från det tillsatta bindemedlet. För att återvinna bitumen från asfaltmassa har metod SS-EN 12697-3 återvinning av bindemedel med rotationsindunstare använts.

Mjukpunkten tas fram med hjälp av en Kula och Ring utrustning som består av: glasbägare, nykokt destillerat vatten eller glycerin, två rostfria stålkulor med 9,50 mm diameter och en vikt av 3,50 g, ringhållare med ring och termometer (Bild 4).

1. Deformerad bitumen prov
2. Termometer
3. Kula
4. Ring med bitumen provet
5. Glaskärl med vatten/glycerin

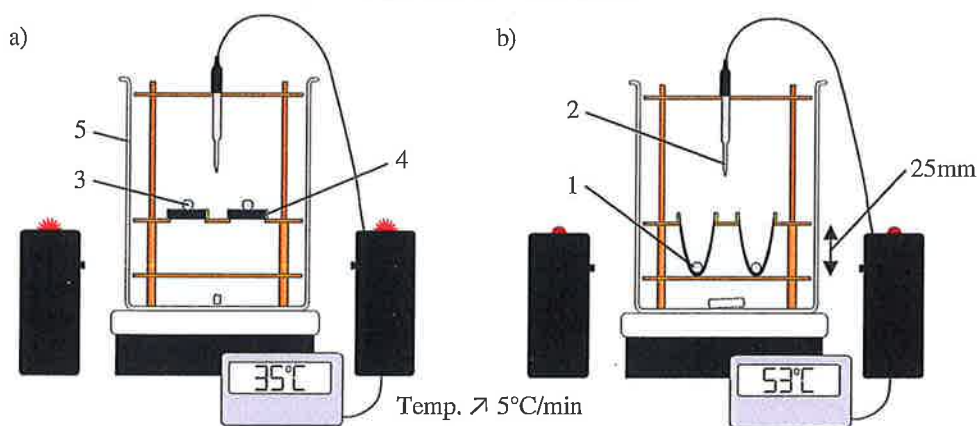


Bild 4: Kula & Ring-apparat – skiss enligt SS-EN 1427:2007. Exempel på: a) provet före testet, b) provet efter testet, <http://www.northstonematerials.com>.

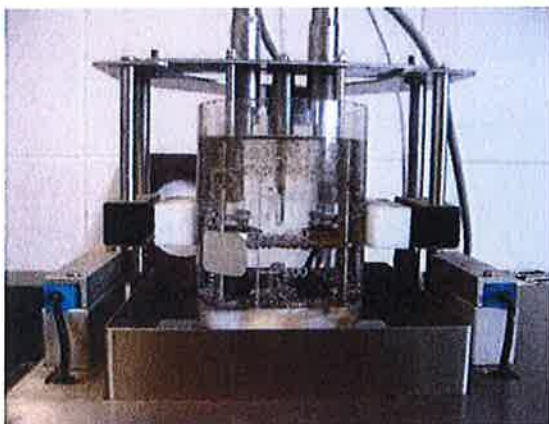


Bild 5: Kula & Ring-apparat.

Analysen utförs genom att använda Kula & Ring – apparaten enligt SS-EN 1427:2007 (Bild 5). En ring innehållande analysprovet av bitumen värms upp i en vätska (vatten eller glycerin) vid en given temperatur. En stålring placeras på bitumen provet och vätskan värms med en hastighet av 5°C per minut. Temperaturen noteras när den uppmjukade bitumen vidrör metallplatta som är på ett specificerat avstånd nedanför

6.2 Uppvärmningsmetoder

Den absolut vanligaste metoden för att värma upp asfaltmassa på laboratoriet är med hjälp av värmeugnar. I detta projekt beslutades att genomföra återuppvärmning tester på ytterligare två olika sätt, dels med hjälp av mikrovågsugn och dels med hjälp av infravärmare. En kombination av de olika metoderna utfördes också. I detta projekt har alltså 5 olika uppvärmningsförfaranden testats och dessa har varit:

- a) Mikrovågsugn
- b) Värmeugn
- c) Infravärmare
- d) Mikrovågsugn + Värmeugn
- e) Infravärme + Värmeugn

Mikrovågsugn

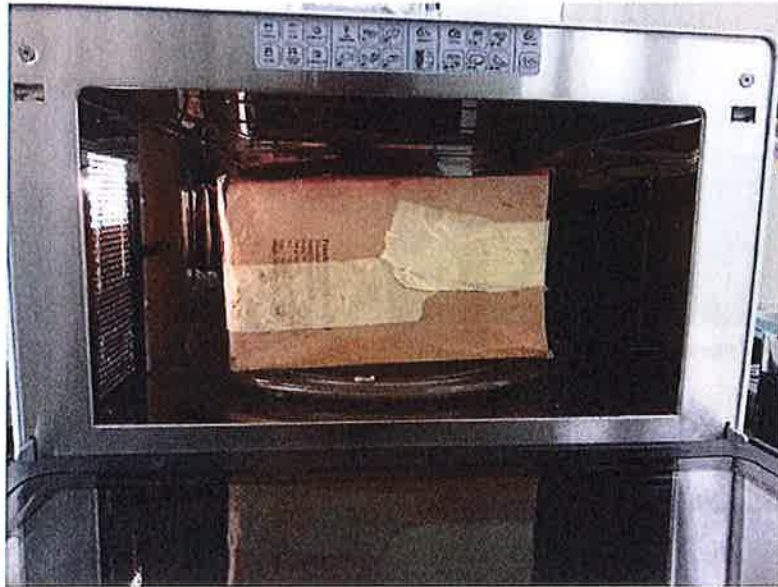


Bild 6: Provet i mikrovågsugn Whirlpool JT 366 WH.

Whirlpool JT 366 WH (Bild 6), med rund 360 mm:s snurrande tallrik, med 3D-mikrovågssystem sänder ut mikrovågorna tredimensionellt istället för bara i en riktning. Materialet värms både snabbare och med jämnare resultat. Man kan ställa in olika effektlägen från 300W-1000W men man får vara försiktig med att ha för stor effekt. Erfarenheter har visat att kartongen då kan fatta eld.

Nackdelen med microvågsugnar är att man kan notera en viss skillnad i temperaturen runt om i kartongen vilket beror på strålningskällan (Bild 7).

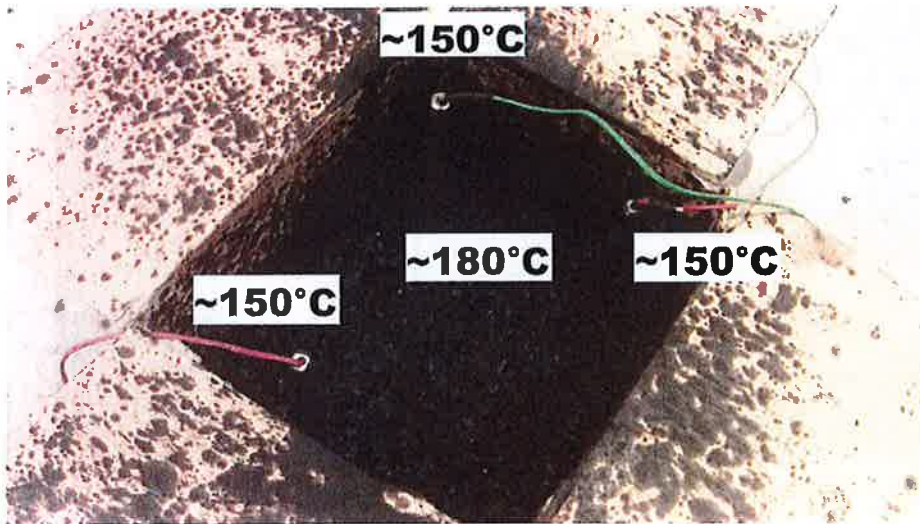


Bild 7: Temperaturmätning efter 60 minuter i mikrovågsugn i 650W.

Vid en test i mikrovågsugn vid 650W i 60 minuter så kan man mäta att temperaturen i mitten skiljer sig ungefär 30°C från temperaturen i utkanten av kartong. För att homogenisera temperatur i en kartong så behöver en blandning av massan utföras. Blandning utförs på ett varmt bord (Bild 8) och tar ungefär 1 minut (eller lite längre om man vill kyla ner massan). Sedan placeras massan tillbaka i en kartong.



Bild 8: Blandning av asfaltmassa på varmt bordet.

Infravärmare



Bild 9: Infravärmningsskåp består av 4 enskilda delar SMART 2000 (2000W effekt)

En metod som ej tidigare har testats i labmiljö är uppvärmning med infravärmare. Fyra infravärmare av typen SMART 2000 och två effektregulatorer BHC 4002 producerad av Burda Worldwide Technologies GmbH införskaffades till projektet. Maximal effekt som man kan få från varje värmeelement är 2000W. Dessa fyra infravärmare byggdes ihop i ett skåp (Bild 9) med en anordning för att placera provet. Första tester med full effekt i skåpet visade att 2000W var alltför hög och att ytan på några sekunder blev så varm att det började ryka oroväckande. Efter detta installerades effektregulatorn (Bild 10) med 10 effektnivåer (1-10). Första nivån gav ca 30% av full effekt (600W) och de efterföljande nivåerna fördelade sig jämt (Tabell 2).

Steg	Effektnivå [W]
1	600
2	760
3	920
4	1080
5	1240
6	1390
7	1540
8	1700
9	1850
10	2000

Tabell 2: Effektfördelning infravärmningselement SMART 2000.

Effekt regulatorn

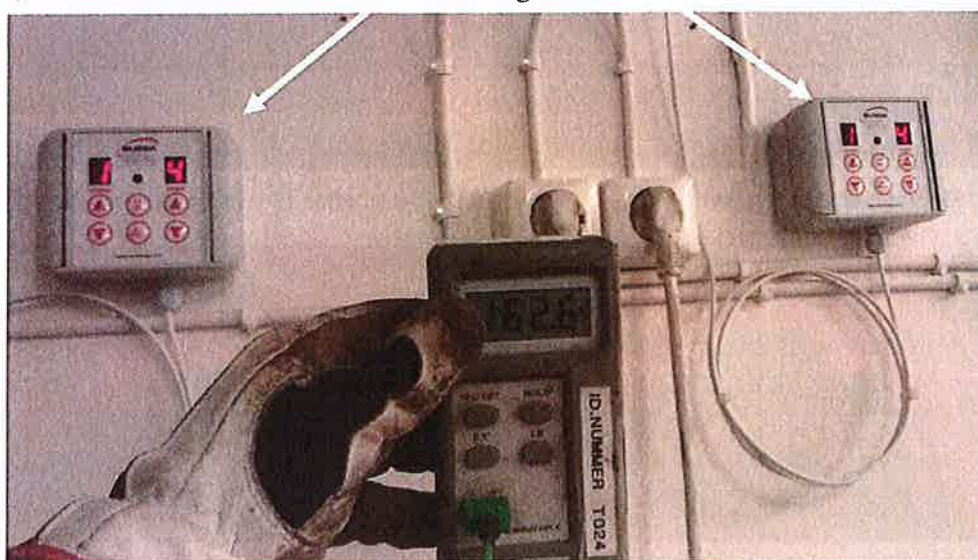


Bild 10: Effekt regulatorn för SMART 2000, justeras till den fjärde steg (~1080W).

Två effekter testades vid uppvärmningen av asfaltmassan för att se hur mycket bindemedlets egenskaper förändrades:

- Steg 4 – 1080W
- Steg 5 – 1240W



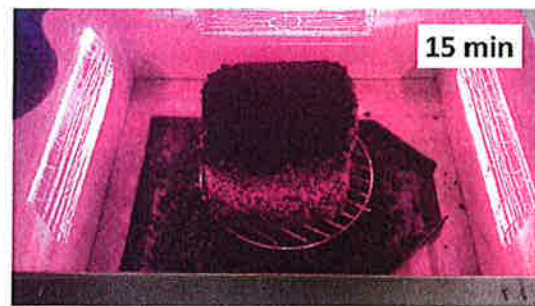
I) Förberedning av infravärmningsskåpet



II) Provet installerad i infravärmningsskåpet



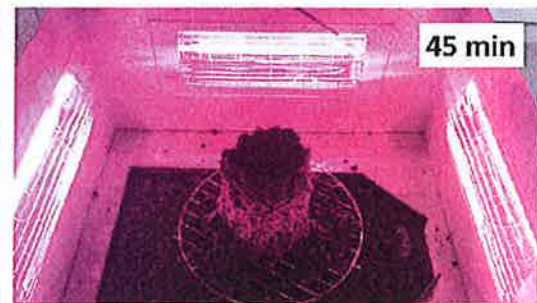
III) Skåpet täckt med locket



IV) Provet efter 15 min i infravärmningsskåpet



V) Provet efter 30 min i infravärmningsskåpet



VI) Provet efter 45 min i infravärmningsskåpet



VII) Provet efter 60 min i infravärmningsskåpet



VIII) Provet efter 70 min i infravärmningsskåpet och förberedd för extraktion

Bild 11: Uppvärmningstestet utfördes genom att använda infravärmningsskåpet (åtta steg I-VIII).

Även med denna metod så visade det sig att temperaturerna i provet var ganska ojämnt fördelat (Bild 12) och en blandning för att homogenisera temperaturerna på varmbordet var nödvändig. Vid uppvärmning med 1080W och 70 minuter visade temperaturerna ca 165°C ute på kanterna och 134°C i centrum. Efter homogeniseringen var temperaturen ~157 Celsius grader.

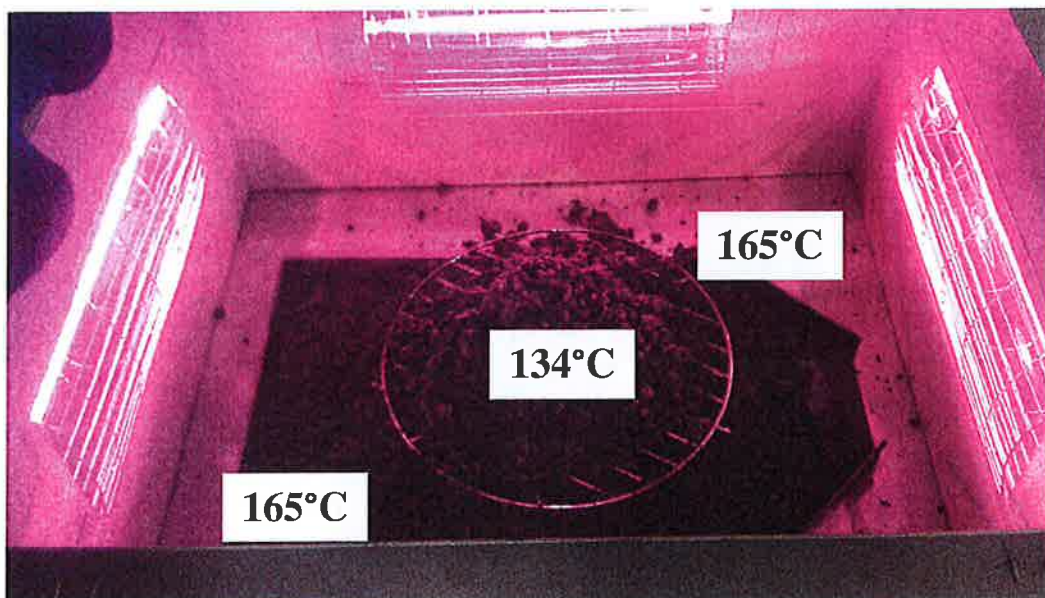


Bild 12: Temperaturmätning efter 70 minuter i infravärmningsskåpet i 1080W (Steg 4).

Varmluftugn



Bild 13: Varmluftugn Termaks TS 8430, max temp. 250°C.

Denna konventionella metod för återuppvärmning av asfaltmassa är vanligaste och mest utbredd bland laboratorier i hela världen (Bild 13). Det är en enkel metod och laboranten kan utföra andra analyser medan provet värms upp. I en varmluftugn är det viktigt att provet är förslutet så att inte asfaltmassan syresätts i onödan. Eftersom tidsåtgången är beroende på storleken av provet som skall värmas upp så är det en fördel att ha mindre prov för att minska tidsåtgången och därmed också risken för att bindemedlet skall förändras. Tidigare erfarenheter har visat att 25 kg:s hinkar tar ca 8-9 timmar att värma upp och att bindmedlet vid dessa förutsättningar har förändrats i mjukpunkt med upp till 8 grader.

Varmluftsgneden Termaks TS 8430 användes i detta projekt för att värma upp och homogenisera prover. Den viktigaste fördelen av varmluftuppvärmning är att temperaturen ökar jämt i hela provet vilket inte microvågsugnen och infravärmen gjorde. Det finns inga kalla/varma fläckar i kartongen och blandning av materialet behövs inte. Efter uppvärmningen delades provet ner till lämplig form (Bild 14) för att passa in i asfaltanalysatorns tvättrumma. Detta utfördes för att inte asfaltmassan skall behöva värmas upp ytterligare vid framtagningen av bindemedlet vid extraktionen.

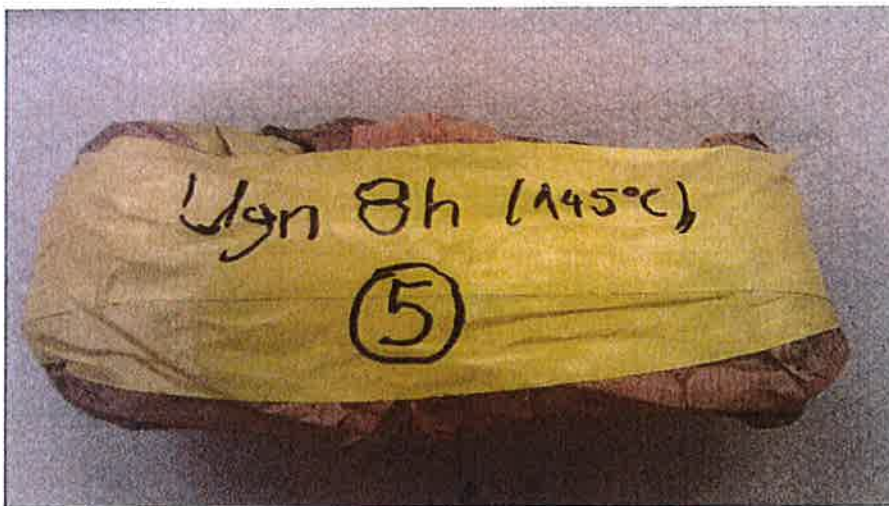


Bild 14: Provet framställdes för utvinning av bitumen (Efter åtta timmar i varmluftugnen).

7. RESULTAT REDOVISNING

7.1 Ursprungsbitumen

Extraktion av bitumen utfördes enligt SS-EN 12697-1:2012, analys av mjukpunkten utfördes enligt standard EN-1427:2007 med Kula och Ringmetoden och kraven för testade bitumen var enligt standard EN-12591:2009.

Tre olika bindemedel testades i detta projekt: 70/100, 100/150, 160/220. De normvärden som finns för mjukpunkt på olika bindemedel visas i Tabell 3.

Bindemedel sort	Mjukpunkts temperaturområde enligt SS-EN 12591:2009 [°C]
50/70	46 – 54
70/100	43 – 51
100/150	39 – 47
160/220	35 – 43

Tabell 3: Mjukpunkten – testet utfördes enligt SS-EN 1427, intervallet enligt standard SS-EN 12591:2009

Analysresultaten på bindemedlets mjukpunkt för de tre olika asfaltmassorna efter tillverkningen var:

ABb 11 100/150	44,0 °C
ABT 16 70/100	45,0 °C
AG 22 160/220	39,0 °C

Vid tillverkning av de olika massatyperna har asfaltverket bidragit med en viss oxidation av bindemedlet. De erhållna resultaten visar att mjukpunkten ökat ca 1-2 grader i jämförelse med bindemedlets ursprungliga mjukpunkt. Proverna uttogs

vid asfaltverket och en viss åldring på ytterligare 1-2 °C skulle av erfarenhet ske under transporten och utläggningen av asfaltmassan.

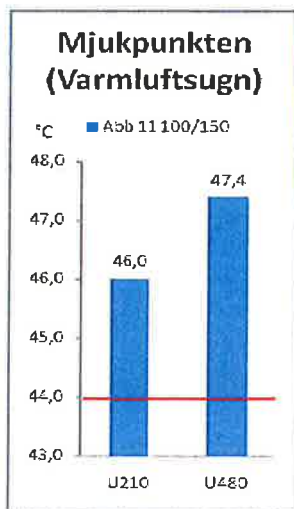
Om vi kan lyckas att på laboratoriet återuppvärma asfaltmassan och inte påverka bindemedlets mjukpunkt med mer än ytterligare 1-2 °C så har vi teoretiskt uppnått samma slutprodukt som ute på vägen.

Detta var alltså utgångspunkten vid det fortsatta arbetet med att testa de olika uppvärmningsmetoderna i projektet.

7.2 Undersökningar i Varmluftsgn

De försöken som utfördes med varmluftsgn visar att tiden har stor betydelse. Med en normal provtagningskartong med ca 15 kg asfaltmassa så tog det 210 minuter att återuppvärma ABb11 100/150 massan. Förändringen av mjukpunkten blev 2,0°C (Bild 15). Detta är ett godkänt resultat och skall jämföras med den åldringen som sker vid transport och utläggning.

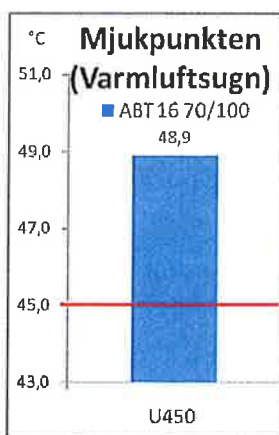
Ett större prov på ca 25 kg asfaltmassa tog 8-9 timmar att värma upp och analysen på bindemedlets mjukpunkt visade att förändring blev 3,4°C (ABb11 100/150 för 8 timmar i varmluftsgn – bild 15). Detta är något mindre förändring jämfört mot tidigare erfarenheter men fortfarande så får resultatet anses vara för stor förändring av bindemedlet. Det är därför viktigt att använda lämpligt stora prov för att minimera tiden i ugnen.



Mjukpunktsvärde för referensprov
(44,0°C för Abb 11 100/150)

Bild 15: Mjukpunktsresultaten för prover uppvärmd i varmluftsugn (Abb 11 100/150).

Undersökning gjordes även med ett hårdare bitumen (ABT 16 70/100) vilken var uppvärmd 450min i varmluftsugn där mjukpunktsökning blev 3,9°C jämfört med referensprov (Bild 16). Detta resultat är jämförbart med resultat uppnått för prov Abb 11 100/150 uppvärmd för 480min (mjukpunktsökning 3,4°C).



Mjukpunktsvärde för referensprov
(45,0°C för ABT 16 70/100)

Bild 16: Mjukpunktsresultaten för prover uppvärmd i varmluftsugn (ABT 16 70/100).

Även mjukare bitumen, 160/220 utsattes för identiska förhållanden (480 minuter i varmluftsugn) för att se om mjukpunktsförändring blev högre på grund av större innehåll av flyktiga ämnen (Bild 17). Mjukpunkten ökade med hela 8,4°C i relation till referensprovet och sålunda låg utanför de accepterade gränserna (räckvidd 35,0 – 43,0°C enligt SS-EN 12591:2009). Det visar att massa med mjukare bindemedel inuti kan vara mer känslig för långvarig uppvärmning pga innehållet av mer lättflyktiga komponenter.

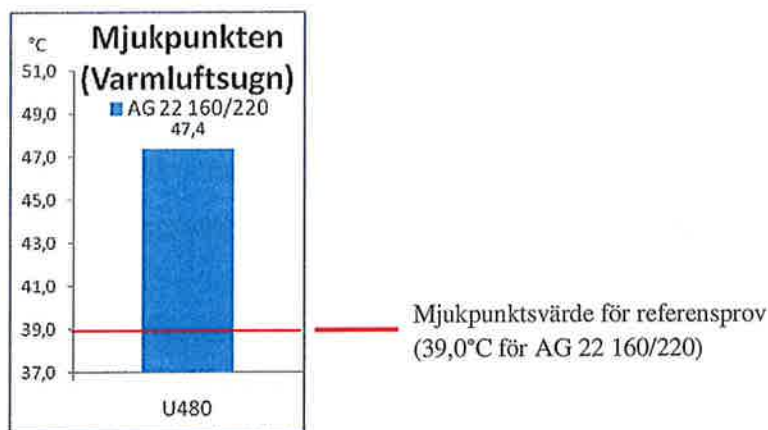


Bild 17: Mjukpunktsresultaten för prover uppvärmd i varmluftsugn (AG 22 160/220).

7.3 Undersökningar i Microvågsugn

Undersökningar visar att proverna som är uppvärmda med mikrovågor har små förändringar av mjukpunkten. Prover gjort av Abb 11 100/150 som värmdes upp i mikrovågsugnen i 40, 60, 75 minuter fick Ca 1°C högre (45,0°C) mjukpunktvärde än referensprovet (44,0°C). Provet som låg 80 minuter i mikrovågsugn visar signifikant ökning i mjukpunktsvärde till 46,6°C (Bild 18) men intressant är att mjukpunktsvärde fortfarande ligger inom de accepterade gränserna (räckvidd 39,0 – 47,0°C enligt SS-EN 12591:2009). Mikrovågsuppvärmning i 80 minuter utfördes endast för testsyfte. Lägsta temperatur som man fick i provkroppen efter 80min i mikrovågsugn var ~190°C. Temperaturgräns för Abb 100/150 är 170°C så egentligen borde man inte uppvärma den typ av massa till så hög temperatur.

Det noterades dock att temperaturen i de uppvärmda proven inte var homogent fördelade och det kunde skilja sig med ca 30°C mellan mätning i mitten av kartong och på kanten – Bild 7. Därför behöver provet sammanblandas efter uppvärmningen i mikrovågsugn för att homogenisera massans temperatur.

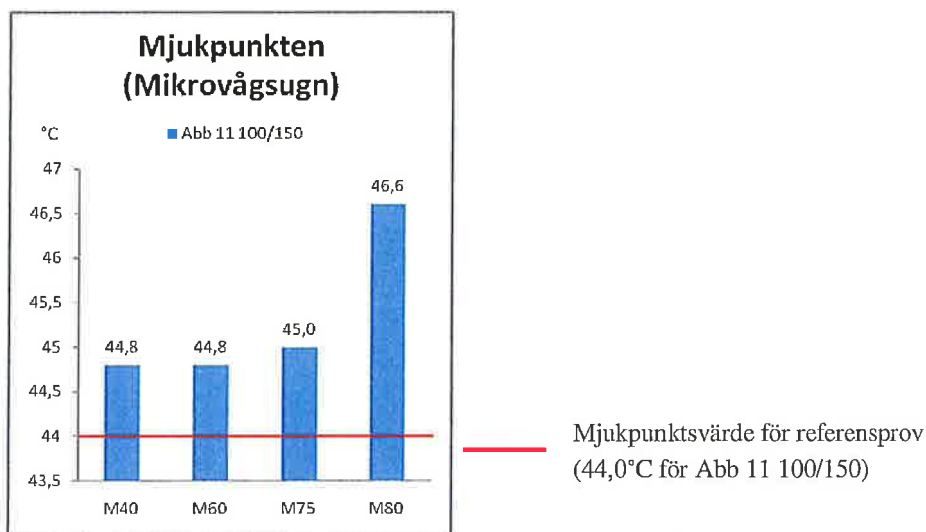


Bild 18: Mjukpunktsresultaten för prover uppvärmd i mikrovågsugn (Abb 11 100/150).

Ett försök utfördes också med mjukare bitumen 160/220 och uppvärmning i mikrovågsugn. Mjukpunkten ökade 3,6°C efter 30min av behandling i mikrovågsugn med 900W effekt (Bild 19). Bitumen 100/150 uppvärmd i mikron under 40, 60, 75 minuter visar en mjukpunktsökning på ca 1°C, samma prov behandlat 80 minuter i mikron visar mjukpunkt 2,6°C högre än referensprov. Bitumen 160/220 behandlat i 30 minuter i mikron påverkas alltså mer än ett hårdare bitumen vilket tros bero på att lättflyktigare komponenterna försvinner.

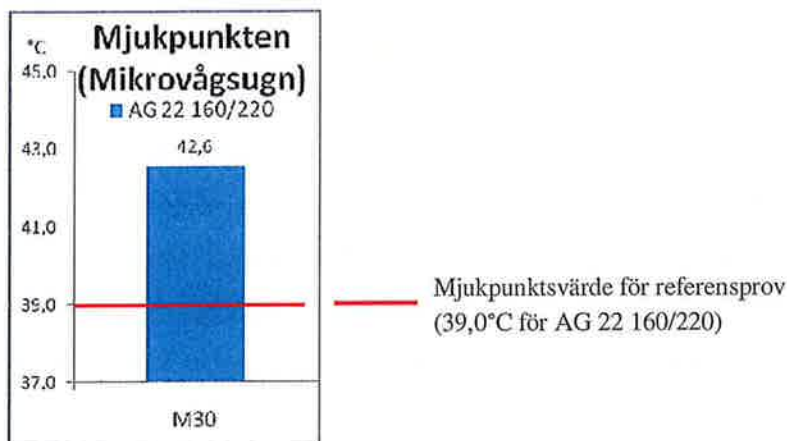


Bild 19: Mjukpunktsresultaten för prover uppvärmd i varmluftsugn (AG 22 160/220).

7.4 Undersökningar med Infravärme

Undersökningar visar att infravärme har liten effekt på bitumens egenskaper om medium effekt används. 30 minuter med 1240W effekt (Steg 5 i infravärmningsskåpet) och 70 minuter i 1080W (Steg 4 i infravärmningsskåpet) resulterar i samma temperatur i provkropp men mjukpunktsvärdet blir högre när man tillämpar en högre effekt. Skillnaden i mjukpunktsvärde mellan prover som testats på steg 4 och 5 är endast 0,8°C alltså ganska små (Bild 20). Problemet med denna metod är identisk som med mikrovågsuppvärmning. Temperaturen är inte homogen i hela asfaltmassan (Bild 12) därför att värmen endast sker på ytan. När ytan värms upp så sönderfaller provet successivt och materialet ramlar långsamt ner på plåt (Bild 11). Detta resulterar i ojämn fördelning av temperaturen i provet. Därför behövs även här en efterblandning på varmbordet eller temperering i varmluftugn. För att se hur en extra temperering i varmluftugn inverkar på bitumenegenskaperna utfördes en ny mixad metod: Infravärme + Varmluftugn (Punkt 7.6).

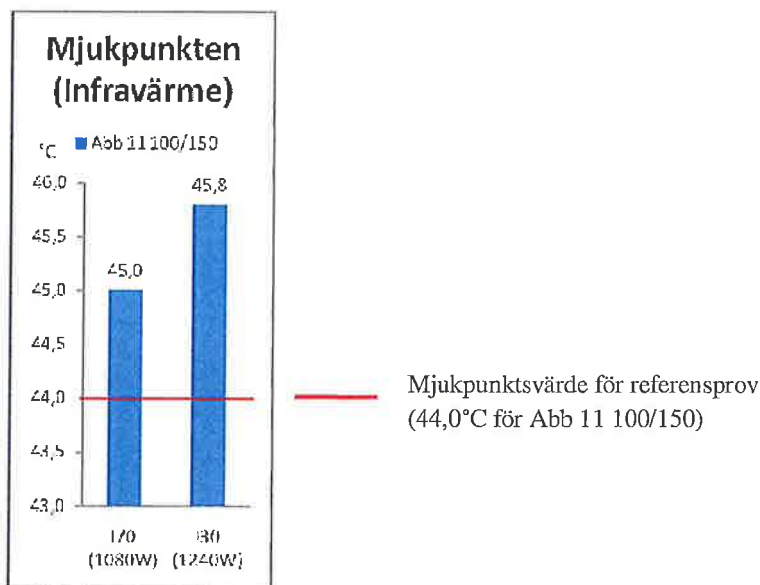
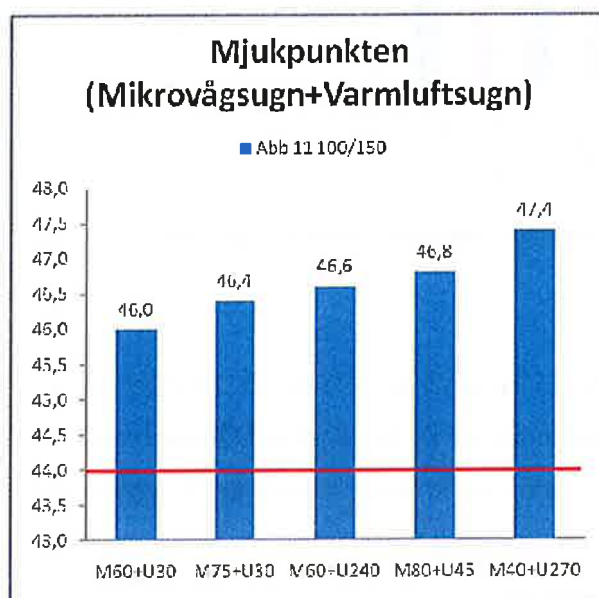


Bild 20: Mjukpunktsresultaten för prover uppvärmd i infravärmningsskåpet (Abb 11 100/150).

7.5 Undersökningar i Mikrovågsugn + Varmluftsugn

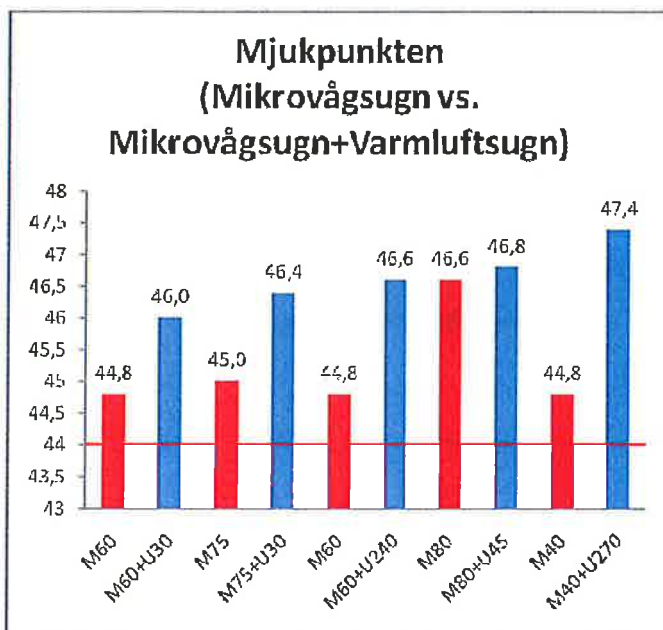
Undersökningar visar att mikrovågor är effektiva vid uppvärmning av asfaltmassa men att den ej ger någon homogen temperatur i asfaltmassan. På grund av detta behövs ytterligare förfaranden. Därför bestämdes det att testa hur extra temperering i ugnen (efter uppvärmning i mikrovågsugnen) påverkar bitumen egenskaper. Resultaten visar att värdena är högre än efter endast mikrovågsuppvärmning (Bild 21).



Mjukpunktsvärde för referensprov
(44,0°C för Abb 11 100/150)

Bild 21: Mjukpunktsresultaten för prover uppvärmd först i mikrovågsugn och sedan i varmluftsugn (Abb 11 100/150).

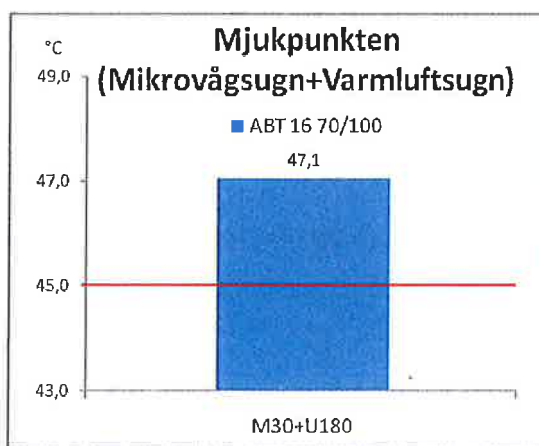
På bilden 22 ser man jämförelse mellan mjukpunktsvärden för asfalt prover uppvärmd i mikrovågsugn (röda staplarna) och mikrovågsugn+varmluftsugn (blåa staplarna). Tempererings- eller behandlingstid står efter stor bokstav och visas i minuter.



Mjukpunktsvärde för referensprov
(44,0°C för Abb 11 100/150)

Bild 22: Mjukpunktsresultaten jämförelse mellan Mikron och Mikron+Ugn (Abb 11 100/150).

Bitumen 70/100 gav även lägre mjukpunktsförändring än bitumen 100/150 med en liknande behandling (Bild 23). Mjukpunktsvärde beror på förhållandet mellan behandlingstid i mikron och ugn. Det verkar att en bättre lösning är att uppvärma prov längre i mikron och temperera kortare i ugnen än tvärtom.



Mjukpunktsvärde för referensprov
(45,0°C för ABT 16 70/100)

Bild 23: Mjukpunktsresultaten för prover uppvärmd i varmluftsugn (ABT 16 70/100).

7.6 Undersökningar med Infravärme + Varmluftsgn

Undersökningar visar att den mixade metoden kan vara ett effektivt och tidsbesparande sätt att värma upp asfaltmassa men valet av lämplig effekt i infravärmningsskåp är avgörande. För stark infravärme och ytterligare temperering i varmluftugnen ökar mjukpunktsvärde ganska mycket (I30+U60 på bilden 24). Detta överskrider den mjukpunktsgräns som den europeiska standarden rekommenderar för bitumens sort 100/150 (se Tabell 3). Men adekvat infravärme effekt och samma tempererings tid i varmluftsgn resulterar i lika bra mjukpunktsvärde som 210 minuter (46,0°C) i varmluftugn fast det krävs endast 130 minuter. Det sparar tid men minskar inte mjukpunktsförändringen.

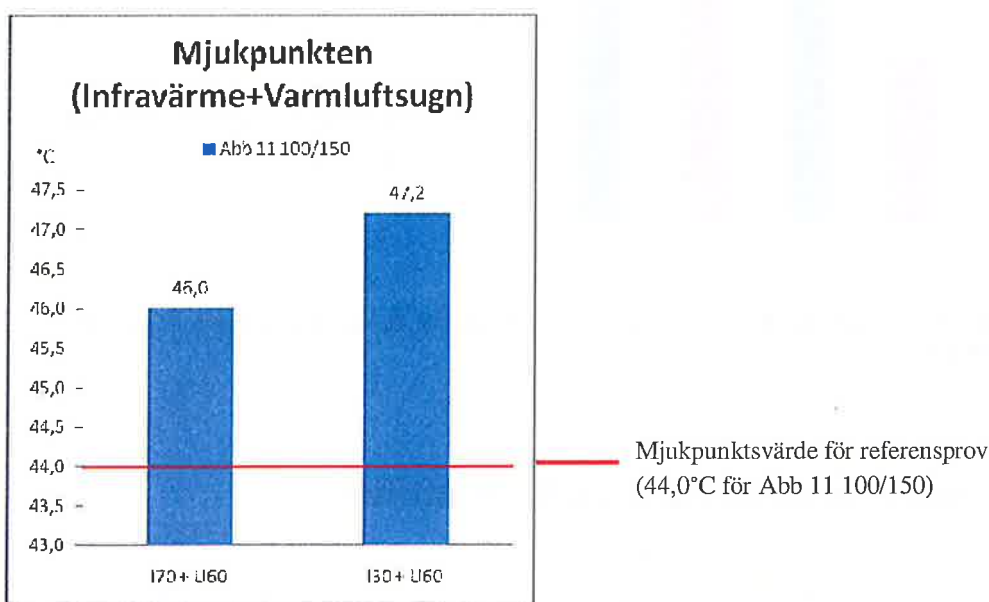


Bild 24: Mjukpunktsresultaten för prover uppvärmd först i infravärmningsskåpet och sedan i varmluftsgn (Abb 11 100/150).

De röda staplarna i bild 25 representerar mjukpunkten efter infrauppvärmning och de blåa staplarna visar samma prover som utsatts för ytterligare en värmebehandling i varmluftugnen (60 min). Temperering i ugnen orsakar ökning

av mjukpunktsvärde med respektive 1,0°C/1,4°C. Rekommendation är densamma som i punkten 7.3, att använda lagom effekt i infravärmningsskåpet innan man tempererar provet i konventionell ugnen. Det tar lite längre tid men ger mycket lägre mjukpunkt.

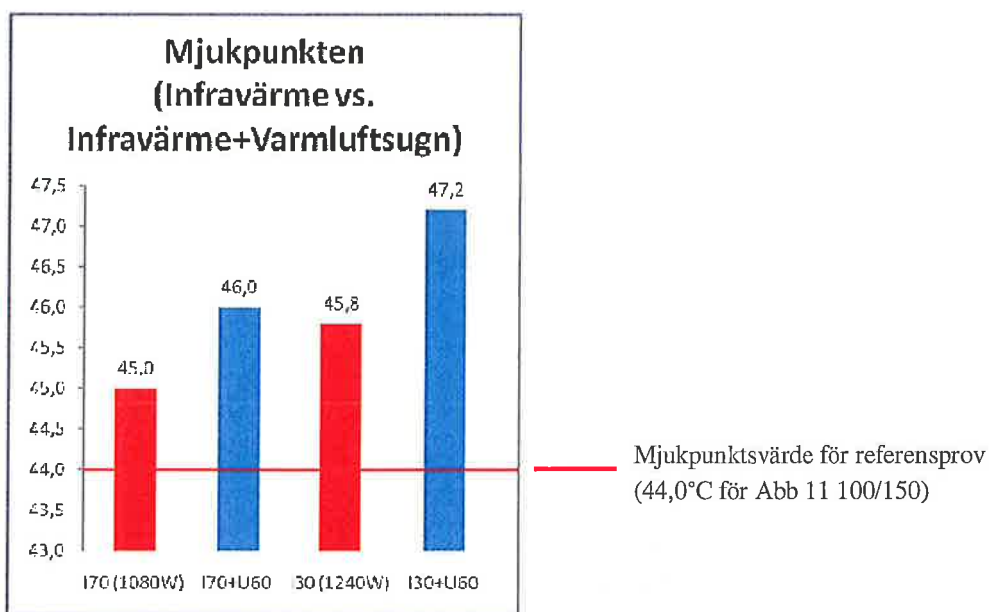


Bild 25: Mjukpunktsresultaten jämförelse mellan Infravärme och Infravärme+Ugn (Abb 11 100/150).

7.7 Sammanfattning av alla metoder

Återuppvärmning av asfaltmassa på labbet är en nödvändig process för att utföra tester. Undersökningar visar att olika uppvärmningsmetoder inverkar på bitumen som finns i asfalt massan på olika sätt. Målet är att hitta den metod som gör det möjligt att värma upp massan till en lämplig temperatur och som samtidigt påverkar bitumenegenskaper minst. En mjukpunktsförändring med ca: 1-2°C efter uppvärmningen skulle vara ett acceptabelt värde. I tabell 4 finns sammanställning av mjukpunktsresultaten för alla uppvärmningsmetoder som utfördes i projektet.

Massa	Utgångs temp	Uppvärmnings metod	Tid i Infravärme	Värme på Infravärme	Tid i Micro	Värme på micro	Temp efter micro (före blandning)	Temp efter blandning	tid i ugn	temp i ugn	Mjukpunkt [°C]
ABb 11 100/150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,0
ABb 11 100/150 (U210)	140	Ugn	-	-	-	-	-	-	3:30 h	145/140	46,0
ABb 11 100/150 (M40)	140	Micro	-	-	40 min	600 W	-	138	-	-	44,8
ABb 11 100/150 (M40+U270)	140	Micro + ugn	-	-	40 min	600 W	-	135	4:30 h	142	47,4
ABb 11 100/150 (M60+U240)	140	Micro + ugn	-	-	60 min	650 W	140-175	160	4:00 h	135/140	46,6
ABb 11 100/150 (U480)	140	Ugn	-	-	-	-	-	-	8:00 h	150/140	47,4
ABb 11 100/150 (M75)	140	Micro	-	-	75 min	650 W	150-170	145	-	-	45,0
ABb 11 100/150 (M75+U30)	140	Micro + ugn	-	-	75 min	650 W	150-170	145	0:30 h	148/143	46,4
ABb 11 100/150 (M60)	140	Micro	-	-	60 min	650 W	150-180	145	-	-	44,8
ABb 11 100/150 (M60+U30)	140	Micro + ugn	-	-	60 min	650 W	150-180	145	0:30 h	148/143	46,0
ABb 11 100/150 (M80)	140	Micro	-	-	80 min	650 W	188-2...	147	-	-	46,6
ABb 11 100/150 (M80+U45)	140	Micro + ugn	-	-	80 min	650 W	188-2...	147	0:45 h	135/142	46,8
ABb 11 100/150 (I70)	140	Infravärme	70 min	1067 W	-	-	-	157	-	135/140	45,0
ABb 11 100/150 (I70+U60)	140	Infravärme+Ugn	70 min	1067 W	-	-	-	157	1:00 h	135/140	46,0
ABb 11 100/150 (I30)	140	Infravärme	30 min	1222 W	-	-	-	150	-	135/140	45,8
ABb 11 100/150 (I30+U60)	140	Infravärme+Ugn	30 min	1222 W	-	-	-	150	1:00 h	135/140	47,2
ABT 16 70/100 (M30+U 180)	145	Micro + ugn	-	-	30 min	900 W	-	133	3:00 h	140	46,9
ABT 16 70/100 (U450)	145	Ugn	-	-	-	-	-	-	7:30 h	140	48,8
AG 22 160/220 (M30)	135	Micro	-	-	30 min	900 W	-	133	-	-	42,5
AG 22 160/220 (U480)	135	Ugn	-	-	-	-	-	-	8:00 h	130	47,3

Tabell 4: Sammanställning av resultaten för olika uppvärmningsmetoder (testdetaljer och mjukpunktsresultaten).

Tabellen 4 innefattar detaljerade information om utförda tester (effekter, temperaturer, tid etc.). Försöken visade att det finns några olika uppvärmningsmetoder som kan användas för återuppvärmning av asfaltprover i labb och få beräknade mjukpunktsvärden som asfalt på vägen (mjukpunktsvärde inte högre än 2°C över mjukpunkten av referensprov). Metoder skiljer sig i behandlingstid och sättet av uppvärmning. Bilder 26, 27, 28 visar mjukpunkten för alla utförda tester och de färgade staplar hjälper att särskilja använda metoder. Jämförelsen måste ta hänsyn till det faktum att två metoder (uppvärmning med mikrovågsugn och infravärmare) ger ohomogen temperaturfördelning i provkropp.

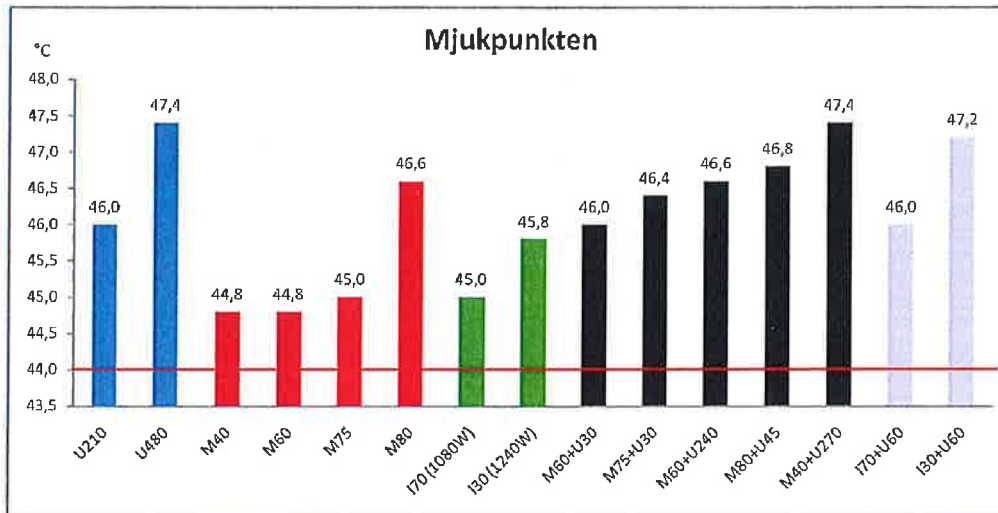


Bild 26: Sammanfattning och jämförelse av mjukpunkt för Abb 11 100/150 massa efter produktion vid verk (röd linje representerar mjukpunkten för referensprov – 44,0°C) och bitumen som åldrats genom upphettning på olika sätt.

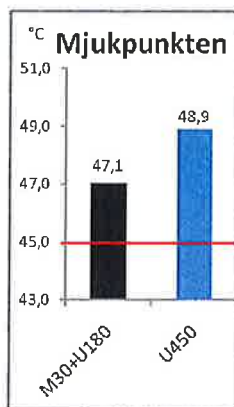


Bild 27: Sammanfattning och jämförelse av mjukpunkt för ABT 16 70/100 massa efter produktion vid verk (röd linje representerar mjukpunkten för referensprov – 45,0°C) och bitumen som åldrats genom upphettning på olika sätt.

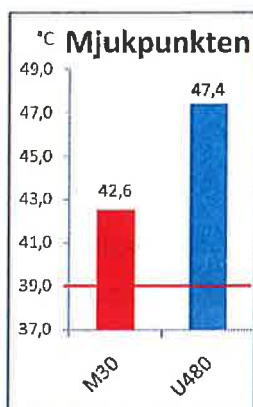


Bild 28: Sammanfattning och jämförelse av mjukpunkt för AG 22 160/220 massa efter produktion vid verk (röd linje representerar mjukpunkten för referensprov – 39,0°C) och bitumen som åldrats genom upphettning på olika sätt.

8. RESULTATDISKUSSION OCH SLUTSATSER

Det är svårt att definiera tydligt vilken återuppvärmningsmetod som är bäst för laboratorieändamål. Bra resultat erhålls efter uppvärmning av prov i mikrovågsugn och i infravärmningsskåp (våldigt snabb metod och liten mjukpunktsförändring). Olyckligtvis finns där problem med jämnheten av temperaturen i provet och det blir olika så kallade "hot spots". Lösningen kan vara att homogenisera temperaturen genom att sätta provet i konventionell ugn efter uppvärmning i mikrovågsugn/infravärmningsskåpet. Det tar ytterligare 30-60 minuter för att jämna ut temperaturen i kartongen. Denna mixade metoder sparar tid och ger likadant resultat i mjukpunkttestet som varmluftuppvärmning (Tabell 5).

Tabell 5: Jämförelse av tidsförbrukningen efter olika uppvärmningsmetoder som ger exakt samma mjukpunktförändring från referensprov.

Massa (behandling i minuter)	Mjukpunkten	Total tid [min]
ABb 11 100/150 (M60+U30)	46,0	90
ABb 11 100/150 (I70+U60)	46,0	130
ABb 11 100/150 (U210)	46,0	210

Olika uppvärmningsmetoder påverkar bitumen i massan på olika sätt. Det finns tre huvudfaktorer som påverkar bitumens egenskaper mest: värme, tid och syre. Alla tre inträffar under uppvärmning av asfalt i laboratoriet.

En av de viktigaste faktorerna att tänka på vid uppvärmning av asfaltmassa är provstorleken. De vanliga papperskartongerna med dimensioner 255x195x145mm och som rymmer ca: 12-15 kg asfaltmassa har visat sig vara lämplig provstorlek, dels för att stoppa in i mikrovågsugn och dels för att tiden i varmluftugn blir så kort som möjligt. Normalt för att tillverka asfaltplattor för urborring av asfaltprovkroppar krävs 2-4 st sådana kartonger.

Slutsatser från detta projekt:

- Varmluftugn med upp till 3 timmars uppvärmning av en stängd kartong ger mjukpunktsförändringar som är mindre än 2°C.
- Mikrovågsugn och infravärme ger minst mjukpunktsförändringar. Resultaten visar endast 0.8-1.0°C förhöjning i mjukpunkten. I båda uppvärmningsmetoder blir dock temperaturen ej homogent fördelat i provet och en blandning på varmbord behövs med en efterföljande kort tempereringstid i konventionell ugn.
- Det finns två metoder av provuppvärmning som ger samma mjukpunktsförändring som uppvärmning i varmluftugnen: Mikron 60 + Ugn 30, Infra 70 + Ugn 60. De två mixade metoder är nästan dubbel så snabb som uppvärmning i ugnen men lite mer arbetsintensiv genom att det krävs en mellanblandning på varmbordet. Uppvärmning av ett prov i varmluftugn är mer tidskrävande, men enklare och inte komplicerad.
- I projektet upptäcktes det att uppvärmning av prov till högre temperatur i mikrovågsugn med en långsam tempererad sänkning till den önskade packningstemperaturen i ugnen var mycket snabbare än att göra tvärtom.

- Infravärmeskåpet som byggdes skulle behövas förändras och effektiviseras för att fungera fullt ut men med tanke på att varmluftsugn och mikrovågsugnar är standardiserade utrustningar som har fungerande lösningar så är dessa ett bättre val.

9. FORTSATT ARBETE

För att likrikta uppvärmningsförförandet på laboratorierna bör en metod-handledning tas fram.


REFERENSER

1. Olsson K., Stenberg N. *Provytor av asfaltbeläggningar med bindemedel av varierande*, SBUF-projekt, 2009, Stockholm.
2. Read J. Whiteoak D. *The Shell Bitumen Handbook*, 2003.
3. SS-EN 12591:2009 Bitumen och bituminösa bindemedel – Specifikationer för belägningsbitumen.
4. SS-EN 1427:2007 Bitumen och bituminösa bindemedel – Bestämning av mjukpunkt – Kula och Ring metoden.
5. TRANSPORTATION RESEARCH BOARD – NCHRP – Report 648, *Mixing and Compaction Temperatures of Asphalt Binders in Hot-Mix Asphalt*, 2010, Washington D.C.

BILAGA 1

MJUKPUNKTSRESULTAT


ANNAN ANALYS Beläggningssmassa		Sidan 1 av 1
Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2012-12-05	Analys start 2012-12-18
	Ankomstdatum 2012-12-06	Analys slut 2012-12-19
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA Produkt ABB 11 100/150 Leverantör	Referens nr	Id-nummer
Entreprenör	Provtagningsplats	
Objekt Tillverkningskontroll	Provtagare	
	Märkning 3,5 h ugn	
SS-EN 1427, Mjukpunkt		
Resultat (°C) 46,0 Utrustning nr	Badvätska Vatten	

Notering	Ort och datum Upplands Väsby 2012-12-19  <hr/> Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur
----------	---

Denna rapport måste återges i sin helhet. Provräsultatet avser levererat prov. Mätosäkerhetslista, metodavstegslista och metodlista har överlämnats vid kontraktsgenombgång. (E) = Enkelprov (EA) = E ackrediterad metod

Skanska Sverige AB Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord Rydholmsvägen 3 194 91 Upplands Väsby	Besöksadress Rydholmsvägen 3 Styrelsens säle Solna	Telefon nr 010-448 57 82 Telefax nr 010-448 57 80	Org.nr 556033-9086 VAT nr 663000-0229	E-post Internet adress
---	---	--	--	-------------------------------

ANNAN ANALYS Beläggningssmassa		Sidan 1 av 1
Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2012-12-18	Analys start 2012-12-19
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA Produkt ABB 11 100/160 Leverantör	Ankomstdatum 2012-12-18	Analys slut 2012-12-20
Entreprenör	Referens nr	Id-nummer
Objekt Tillverkningskontroll	Provtagningsplats	
	Provtagare	
	Märkning 2 40 min 600W Micro	
SS-EN 1427, Mjukpunkt		
Resultat (°C) 44,8	Badvätska Vatten	
Utrustning nr		

Notering	Ort och datum Upplands Väsby 2012-12-20
	 Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitelt utfärdad signatur

*Denna rapport måste återges i sin helhet. Provresultatet avser levererat prov.
Mätosäkerhetslista, metodavstegslista och metodlista har överlämnats vid
kontraktsgenomgång. (E) = Enkelprov (EA) = Ej ackrediterad metod*

Skanska Sverige AB
Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord
Rydholmsvägen 3
194 91 Upplands Väsby

Besöksadress
Rydholmsvägen 3
Styrelsens säte
Solna

Telefon nr
010-448 57 62
Telefax nr
010-448 57 80

Org.nr
556033-9086
VAT nr
663000-0229


E-post
Internet adress

ANNAN ANALYS Beläggningssmassa Sidan 1 av 1

Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2012-12-18	Analys start 2013-01-08
	Ankomstdatum 2012-12-18	Analys slut 2013-01-08
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA Produkt ABB 11 100/150 Leverantör	Referens nr	Id-nummer
Entreprenör	Provtagningsplats	
Objekt Tillverkningskontroll	Provtagare	
	Märkning 3 40 min 600W Micro + 4,5h ugn	

SS-EN 1427, Mjukpunkt


Resultat (°C) 47,4	Badvätska Vatten
Utrustning nr	

Notering	Ort och datum Upplands Väsby 2013-01-08
	 Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur

Denna rapport måste återges i sin helhet. Provresultatet avser levererat prov.
Måttosäkerhetslista, metodavtavslista och metodlista har överlämnats vid
kontraktsgenomgång. (E) = Enkelprov (EA) = Ej ackrediterad metod

Skanska Sverige AB	Besöksadress	Telefon nr	Org.nr	E-post
Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord	Rydholmsvägen 3	010-448 57 82	556033-9086	
Rydholmsvägen 3	Styrelsens s3le	Telefax nr	VAT nr	Internet adress
194 91 Upplands Väsby	Solna	010-448 57 80	663000-0229	

ANNAN ANALYS Beläggingsmassa		Sidan 1 av 1
Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2013-01-07	Analys start 2013-01-09
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA Produkt ABB 11 100/160 Leverantör	Ankomstdatum 2013-01-07	Analys slut 2013-01-09
Entreprenör	Referens nr	Id-nummer
Objekt Tillverkningskontroll	Provtagningsplats	
	Provtagare	
	Märkning 4 650W Micro(140 160) + 4h ugn 150 °C	
SS-EN 1427, Mjukpunkt		
Resultat (°C) 46,6	Badvätska Vatten	
Utrustning nr		

Notering	Ort och datum Upplands Väsby 2013-01-09
	 Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur

*Denna rapport måste återges i sin helhet. Provresultatet avser levererat prov.
Mätosäkerhetslista, metodstegslista och metodlista har överlämnats vid
kontraktsgenombgång. (E) = Enkelprov (EA) = Ej ackrediterad metod*

Skanska Sverige AB
Teknik Väg Tekniskt Centrum VTC Nord
Rydholmsvägen 3
194 91 Upplands Väsby

Besöksadress
Rydholmsvägen 3
Styrelsens säte
Solna

Telefon nr
010-448 57 82
Telefax nr
010-448 57 80

Org.nr
556033-9086
VAT nr
663000-0229

E-post
Internet adress


ANNAN ANALYS Beläggingsmassa

Sidan 1 av 1

Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2013-01-07	Analys start 2013-01-10
	Ankomstdatum 2013-01-07	Analys slut 2013-01-10
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA Produkt ABB 11 100/150 Leverantör	Referens nr	Id-nummer
Entreprenör	Provtagningsplats	
Objekt Tillverkningskontroll	Provtagare	
	Märkning 5 8h ugn 145 °C	

SS-EN 1427, Mjukpunkt

Resultat (°C) 47,4	Badvätska Vatten
Utrustning nr	


Notering	Ort och datum Upplands Väsby 2013-01-10
	
	Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur

*Denna rapport måste återges i sin helhet. Proveresultatet avser levererat prov.
Måttosäkerhetslista, metodavstegslista och metodlista har överlämnats vid
kontraktsgenomgång. (E) = Enkelprov (EA) = Ej ackrediterad metod*

Skanska Sverige AB Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord Rydholmsvägen 3 194 91 Upplands Väsby	Besöksadress Rydholmsvägen 3 Styrelsens säte Solna	Telefon nr 010-448 57 82 Telefax nr 010-448 57 80	Org.nr 556033-9086 VAT nr 663000-0229	E-post Internet adress
---	---	--	--	-------------------------------



ANNAN ANALYS Beläggingsmassa		Sidan 1 av 1
Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2013-01-29	Analys start 2013-01-30
	Ankomstdatum 2013-01-29	Analys slut 2013-01-31
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA Produkt ABB 11 100/150 Leverantör	Referens nr	Id-nummer
Entreprenör	Provtagningsplats : Provtagare	
Objekt Tillverkningskontroll	Märkning 6	
SS-EN 1427, Mjukpunkt		
Resultat (°C) 45,0	Badvätska Vatten	
Utrustning nr		

<p>Notering</p> <p>75 min Micro 650W Utan övervärmning min temp 148 °C Mixing 2ggr.</p>	<p>Upplands Väsby 2013-01-31</p>  <p>Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur</p>
<p><i>Denna rapport måste återges i sin helhet. Provresultatet avser levererat prov. Måtoäkerhetslista, metodavstegslista och metodlista har överlämnats vid kontraktsgenombång. (E) = Enkelprov (EA) = Ej ackrediterad metod</i></p>	

Skanska Sverige AB
Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord
Rydholmsvägen 3
194 91 Upplands Väsby

Besöksadress
Rydholmsvägen 3
Styrelsens säte
Solna

Telefon nr
010-448 57 82
Telefax nr
010-448 57 80

Org.nr
556033-9086
VAT nr
663000-0229

E-post
Internet adress

ANNAN ANALYS Beläggingsmassa


Sidan 1 av 1

Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2013-01-29 Ankomstdatum 2013-01-29	Analys start 2013-02-04 Analys slut 2013-02-05
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA Produkt ABB 11 100/150 Leverantör	Referens nr	Id-nummer
Entreprenör	Provtagningsplats	Provtagare
Objekt Tillverkningskontroll	Märkning 7	
SS-EN 1427, Mjukpunkt		
Resultat (°C) 46,4 Ulusning nr	Badvätska Vatten	

<p>Notering</p> <p>75 min Micro 650W + 30min Ugn Utan övervärmning</p>	<p>Upplands Väsby 2013-02-05</p>  <p>Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur</p>
<p><small>Denna rapport måste återges i sin helhet. Provroslutet avser levererat prov. Mätosäkerhetslista, metodsvetsgislsta och metodlista har överlämnats vid kontraktsgenomgång. (E) = Enkelprov (EA) = E] ackrediterad metod</small></p>	

Skanska Sverige AB Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord Rydholmsvägen 3 194 91 Upplands Väsby	Besöksadress Rydholmsvägen 3 Styrelsens säle Solna	Telefon nr 010-448 57 82 Telefax nr 010-448 57 80	Org.nr 556033-9086 VAT nr 663000-0229	E-post Internet adress
---	---	--	--	-------------------------------

ANNAN ANALYS Beläggningssmassa		Sidan 1 av 1
Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA Produkt ABB 11 100/160 Leverantör Entreprenör Objekt Tillverkningskontroll	Provtagningsdatum 2013-01-29 Ankomstdatum 2013-01-29 Referens nr Provtagningsplats Provtagare Märkning 8	Analys start 2013-02-06 Analys slut 2013-02-06 Id-nummer
SS-EN 1427, Mjukpunkt		
Resultat (°C) 44,8 Utrustning nr	Badvätska Vatten	

Notering 60 min Micro 650W 150-180 °C	Upplands Väsby 2013-02-06  <hr/> Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur
Denna rapport måste återges i sin helhet. Proverresultatet överlämnat till levererat prov. Mätosäkerhetslista, metodavstegslista och metodlista har överlämnats vid kontraktsgenomgång. (E) = Enkelprov (EA) = Ej ackrediterad metod	


Skanska Sverige AB Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord Rydholmsvägen 3 194 91 Upplands Väsby	Besöksadress Rydholmsvägen 3 Styrelsens säte Solna	Telefon nr 010-448 57 82 Telefax nr 010-448 57 80	Org.nr 556033-9086 VAT nr 663000-0229	E-post Internet adress
---	---	--	--	-------------------------------

ANNAN ANALYS Beläggingsmassa Sidan 1 av 1

Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2013-01-29	Analys start 2013-02-06
	Ankomstdatum 2013-01-29	Analys slut 2013-02-07
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA Produkt ABB 11 100/150 Leverantör	Referens nr	Id-nummer
Entreprenör	Provtagningsplats	
Objekt Tillverkningskontroll	Provtagare	
	Märkning 9	

SS-EN 1427, Mjukpunkt

Resultat (°C) 46,0	Badvätska Vatten
Utrustning nr	

<p>Notering</p> <p>75 min Micro 650W + 30min Ugn Liten övervärmning</p>	<p>Upplands Väsby 2013-02-07</p>  <p>Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur</p>
---	---

*Denna rapport måste återges i sin helhet. Proverresultatet avser levererat prov.
Måttosäkerhetslista, metodavstegslista och metodlista har överlämnats vid
kontraktsgenomgång. (E) = Enkelprov (EA) = Ej ackrediterad metod*


Skanska Sverige AB	Besöksadress	Telefon nr	Org nr	E-post
Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord	Rydholmsvägen 3	010-448 57 62	556033-9086	
Rydholmsvägen 3	Styrelsens säte	Telefax nr	VAT nr	Internet adress
194 91 Upplands Väsby	Solna	010-448 57 80	663000-0229	

TILLVERKNINGSKONTROLL Beläggningssmassa Sidan 1 av 1

Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2013-01-29	Analys start 2013-02-11
	Ankomstdatum 2013-01-29	Analys slut 2013-02-11
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA	Referens nr	Id-nummer
Produkt ABB 11 100/150	Provtagningsplats	
Leverantör	Provtagare	
Entreprenör	Märkning 10	
Objekt Tillverkningskontroll		

SS-EN 1427, Mjukpunkt

Resultat (°C) 46,6	Badvätska Vatten
Utrustning nr	

<p>Notering</p> <p>80 min Micro 650W 188-2.... °C</p>	<p>Upplands Väsby 2013-02-11</p>  <p>Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur</p>
---	--

Denna rapport måste återges i sin helhet. Provresultatet avser levererat prov. Mätosäkerhetslista, metodavstegslista och metodlista har överlämnats vid kontraktsgenomgång. (E) = Enkelprov (EA) = Ej ackrediterad metod

Skanska Sverige AB	Besöksadress	Telefon nr	Org nr	E-post
Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord	Rydholmsvägen 3	010-448 57 82	556033-9086	
Rydholmsvägen 3	Styrelsens säte	Telefax nr	VAT nr	Internet adress
194 91 Upplands Väsby	Soina	010-448 57 80	663000-0229	




ANNAN ANALYS Beläggingsmassa		Sidan 1 av 1
Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2013-01-29	Analys start 2013-02-12
	Ankomstdatum 2013-01-29	Analys slut 2013-02-12
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA	Referens nr	Id-nummer
Produkt ABB 11 100/150	Provtagningsplats	
Leverantör	Provtagare	
Entreprenör	Märkning 11	
Objekt Tillverkningskontroll		
SS-EN 1427, Mjukpunkt		
Resultat (°C) 46,8	Badvätska Vatten	
Utrustning nr		

<p>Notering</p> <p>80 min Micro 650W + 45 min Ugn</p>	<p>Upplands Väsby 2013-02-12</p>  <p>Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur</p>
<p><small>Denna rapport måste återges i sin helhet. Proverresultatet avser levererat prov. Mätosäkerhetslista, metodavstegslista och metodlista har överlämnats vid kontraföremålsgenomgång. (E) = Enkelprov (EA) = Ej ackrediterad metod</small></p>	


Skanska Sverige AB	Besöksadress	Telefon nr	Org.nr	E-post
Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord	Rydholmsvägen 3	010-448 57 62	556033-9086	
Rydholmsvägen 3	Styrelsens säte	Telefax nr	VAT nr	Internet adress
194 91 Upplands Väsby	Solna	010-448 57 80	663000-0229	

ANNAN ANALYS Beläggingsmassa		Sidan 1 av 1
Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2013-01-29	Analys start 2013-02-12
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA Produkt ABB 11 100/150 Leverantör	Ankomstdatum 2013-01-29	Analys slut 2013-02-13
Entreprenör	Referens nr	Id-nummer
Objekt Tillverkningskontroll	Provtagningsplats	
	Provtagare	
	Märkning 12	
SS-EN 1427, Mjukpunkt		
Resultat (°C) 45,0	Badvätska Vatten	
Utrustning nr		

<p>Notering</p> <p>Infra 70 min Steg 4 temp efter 157 °C temp min 134 °C</p>	<p>Upplands Väsby 2013-02-13</p>  <p>Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur</p>
<p><small>Denna rapport måste återges i sin helhet. Provresultatet avser levererat prov. Måttökningslista, metodavstegslista och metodlista har överlämnats vid kontraktsgenomgång. (E) = Enkelprov (EA) = E) ackrediterad metod</small></p>	

Skanska Sverige AB Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord Rydholmsvägen 3 194 91 Upplands Väsby	Besöksadress Rydholmsvägen 3 Styrelsens säte Solna	Telefon nr 010-448 57 82 Telefax nr 010-448 57 80	Org.nr 556033-9086 VAT nr 663000-0229	E-post Internet adress
--	---	--	--	---------------------------------------

ANNAN ANALYS Beläggningssmassa		Sidan 1 av 1
Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2013-01-29	Analys start 2013-02-13
	Ånkomstdatum 2013-01-29	Analys slut 2013-02-14
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA Produkt ABB 11 100/150 Leverantör	Referens nr	Id-nummer
Entreprenör	Provtagningsplats	
Objekt Tillverkningskontroll	Provtagare	
	Märkning 13	
SS-EN 1427, Mjukpunkt		
Resultat (°C) 46,0	Badvätska Vatten	
Utrustning nr		


<p>Notering</p> <p>Infra 70min + 60min Ugn temp efter 157°C Ugn 136 °C efter 1h i ugn 140,5 °C</p>	<p>Upplands Väsby 2013-02-14</p>  <p>Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur</p>
<p><small>Denna rapport måste återges i sin helhet. Proverresultat avser levererat prov. Mätosäkerhetslista, metodavsnittslista och metodlista har överlämnats vid kontraktsgenömgång. (E) = Enkelprov (EA) = Ej ackrediterad metod</small></p>	

ANNAN ANALYS Beläggningssmassa Sidan 1 av 1

Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2013-02-06	Analys start 2013-02-18
	Ankomstdatum 2013-02-07	Analys slut 2013-02-18
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA Produkt ABB 11 100/150 Leverantör	Referens nr	Id-nummer
Entreprenör	Provtagningsplats	
Objekt Tillverkningskontroll	Provtagare	
	Märkning 14	

SS-EN 1427, Mjukpunkt

Resultat (°C) 45,8	Badvätska Vatten
Urustning nr	

<p>Notering</p> <p>Infra 30min Infra 150°C efter blandning Steg 5 600+4 .150 ~ 1240W</p>	<p>Upplands Väsby 2013-02-18</p>  <p>Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur</p>
---	---

Denna rapport måste återges i sin helhet. Provresultatet avser levererat prov. Mätosäkerhetslista, metodavstegslista och metodlista har överlämnats vid kontraktsgenomgång. (E) = Enkelprov (EA) = Ej ackrediterad metod

Skanska Sverige AB
Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord
Rydholmsvägen 3
194 91 Upplands Väsby

Besöksadress
Rydholmsvägen 3
Styrelsens ämbete
Solna

Telefon nr
010-448 57 82
Telefax nr
010-448 57 80

Org.nr
556033-9086
VAT nr
663000-0229


E-post
Internet adress

ANNAN ANALYS Beläggingsmassa Sidan 1 av 1

Beställare Skanska Sverige AB VTC Nord, Farsta	Provtagningsdatum 2013-02-06	Analys start 2013-02-19
	Ankomstdatum 2013-02-07	Analys slut 2013-02-19
Att. Kenneth Olsson Box 49 123 21 FARSTA	Referens nr	Id-nummer
Produkt ABB 11 100/150	Provtagningsplats	
Leverantör	Provtagare	
Entreprenör	Märkning 15	
Objekt Tillverkningskontroll		

SS-EN 1427, Mjukpunkt

Resultat (°C) 47,2	Badvätska Vatten
Utrustning nr	

<p>Notering</p> <p>Infra 30min Infra 60min ugn Steg 5 ~ 1240W</p>	<p>Upplands Väsby 2013-02-19</p>  <p>Björn Leman, Teknik - Uppdragshandläggare Digitalt utfärdad signatur</p>
---	--

*Denna rapport måste återges i sin helhet. Provrresultatet avser levererat prov.
Metodskrivets lista, metodavstegslista och metodlista har överlämnats vid
kontraktsgenomgång. (E) = Enkelprov (EA) = Ej ackrediterad metod*

Skanska Sverige AB
Teknik VägTekniskt Centrum VTC Nord
Rydholmsvägen 3
194 91 Upplands Väsby

Besöksadress
Rydholmsvägen 3
Styrelsens säte
Solna

Telefon nr
010-448 57 82
Telefax nr
010-448 57 80

Org.nr
556033-9086
VAT nr
663000-0229

E-post
Internet adress