

SBUF/Skanska

Datum

2014-06-01

Författare

Patryk Witkiewicz – Skanska

Skanska Sverige AB

Teknik – Vägtekniskt Centrum

Box 49

123 21 Farsta

Tel: 010-448 78 67

Beteckning

12759

Ringanalys EN 12697-22 Wheel-tracking (liten enhet, metod B).



SBUF 

SKANSKA

FÖRORD

Detta projekt har varit samfinansierat mellan SBUF, Trafikverket och Skanska. Skanska har varit sammanhållande med projektledare och referensgruppen har bestått av följande personer:

Patryk Witkiewicz,	Skanska Teknik	<i>Projektledare</i>
Kenneth Olsson,	Skanska Teknik	
Torbjörn Jacobsson,	Trafikverket	
Leif Viman,	VTI	
Henrik Arendal,	Nynas	

Produktion av prover har utförts av laboratorium inom Skanska och själva testningen genomfördes av åtta laboratorier från olika länder (Sverige, Norge, Danmark). Ett varmt tack för stort engagemang till alla involverade i projektet.

/Patryk Witkiewicz

SAMMANFATTNING

Vid en övergång från borring av vägyta till funktionell provning på laboratorietillverkade provkroppar så kommer behovet av att tillverka representativa asfaltkroppar på laboratorium att öka samt att de olika funktionella utrustningarna visar god reproducerbarhet. I denna studie har en ringanalys för wheel-tracking utförts på laboratorietillverkade plattor som tillverkats vid samma lab. Metoden som studerats är EN 12697-22:2004+A1:2007 *Bestämning av deformationskänslighet hos asfaltbeläggning under rullande hjul*. Totalt deltog 8 st wheel-tracking utrustningar från Norge, Danmark samt Sverige.

Massan som valdes för ringanalysen var ABS16 70/100. Prover tillverkades som rektangulära plattor med dimensioner 320x260x50mm som är anpassade till wheel-track formen i de flesta wheel-track utrustningar. Packning av plattor genomfördes med vält och resultaten av skrymdensiteten visade på mycket små differenser mellan plattorna (min 2,463 Mg/m³ och max 2,477 Mg/m³).

Resultaten visade att snittet av spårdjupvärdet blev 4,89 mm. Enligt metoden skall medelvärdet bestå av minst 2 prover och i denna ringanalys blev standardavvikelsen i detta fall 0,6 mm. Om man istället valde att räkna på 4 prover så minskade standardavvikelsen till 0,5 mm. Repeterbarhet ligger på 37,6% och reproducerbarhet ligger på 45,4% vilket visar att spridning i testresultaten är ganska höga både inom lab och mellan laboratorier men i jämförelse med tidigare genomförda ringanalyser i UK så är det ungefär på samma nivå. 6 st av wheel-track utrustningarna var av samma märke och när man räknar medelvärdet av 4 prover för dessa så blev standardavvikelsen enbart 0,3 mm.

I denna rapport utfördes även en jämförande studie mellan Wheel-track och Dynamisk kryptest där man kan konstatera ett bra samband för asfaltmassor med penetrations-bitumen. När jämförande studier utfördes med asfaltmassor innehållande pmb erhöles ett betydligt sämre samband.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. BAKGRUND	5
2. SYFTE	6
3. DELTAGANDE LABORATORIER	8
4. METOD OCH LITTERATURSTUDIER	9
4.1 Tillverkning av provkroppar/provplattor på lab	7
4.2 Wheel-tracking enligt EN 12697-22 (liten enhet, metod B)	8
4.3 Redovisning av resultat	10
4.4 Testutrustning	15
5. PROVILLVERKNING FÖR RINGANALYSEN	16
5.1 Tillverkning av asfaltmassa i Södertälje	16
5.2 Tillverkning av plattor	17
5.3 Sågning	20
5.4 Hålrums halt analys	21
6. TESTGENOMFÖRANDE	22
6.1 Antaganden/åtgärder innan testning	22
6.2 Kalibrering	23
6.3 Testning	27
7. RESULTATREDOVISNING	29
7.1 Resultatsammanställning.....	29
7.2 Repeterbarhet och reproducerbarhet	33
7.3 Korrelation mellan wheel-tracking och dynamisk kryp test	35
8. SLUTSATSER	38
REFERENSER	39
BILAGOR OCH BERÄKNINGAR	40

1. BAKGRUND

Wheel-tracking är en av många funktionella tester varigenom man undersöker deformationsegenskaper i asfaltbeläggning. Denna metod (12697-22) är dock den metod som kan användas för typprovning av en asfaltmassa vid CE-märkning. Med hjälp av wheel-tracking kan man testa både prover utborrade från beläggning och prover som tillverkas på laboratorium (plattor eller cylindriska kärnor). I takt med att oförstörande provningsmetoder för homogenitet och packningsgrad utvecklas kan borring av kärnor på vägytan minska i omfattning.

Vid en övergång från borring av vägyta till funktionell provning på laboratorietillverkade provkroppar så kommer behovet av att tillverka representativa asfaltkroppar på laboratorium att öka samt att de olika funktionella utrustningarna visar god reproducerbarhet. I denna studie har en ringanalys för wheel-tracking utförts på laboratorietillverkade plattor som tillverkats vid samma lab. Totalt deltog 8 st wheel-tracking maskiner från Norge, Danmark samt Sverige.

2. SYFTE

Syftet med projektet var att utföra en jämförande studie mellan wheel-tracking utrustningar på olika laboratorier för att undersöka repeterbarhet och reproducerbarhet för metoden EN 12697-22.

Projektet syftade även till att undersöka olika asfaltbelägningars deformationsegenskaper enligt EN 12697-22 och jämföra med resultat från testmetoden Dynamisk krypstabilitet (FAS 468). I detta fall valdes asfaltbeläggningar ut som normalt förväntas ha goda deformationsegenskaper typ ABb samt ABS med varierande bitumentyper.

3. DELTAGANDE LABORATORIER

Deltagande laboratorier i ringanalysen har varit (inom parentes anges vilken laboratorium använder vilken wheeltrack maskin):

- SKANSKA Sverige (Infratest WT maskin)
- NYNAS Sverige (Infratest WT maskin)
- PEAB Sverige (Infratest WT maskin)
- AKZONOBEL Sverige (Infratest WT maskin)
- SVEVIA Sverige (Infratest WT maskin)
- NCC Norge (Infratest WT maskin)
- PANKAS Danmark (Infratest WT maskin)
- SKANSKA Danmark (Cooper WT maskin)

4. METOD OCH LITTERATURSTUDIER

4.1 Tillverkning av provkroppar/provplattor på lab.

Vid tillverkning av provplattor på laboratorium hänvisar man i metoden 12697-22 att tjockleken på provplattan skall vara samma tjocklek som det är tänkt att beläggningen skall läggas ute på vägen. Man kan även göra valet att ha en fast tjocklek beroende på vilken massatyp som skall packas och om man inte vet vilken tjocklek som skall väljas ute på vägen. I detta fall gäller följande för resp asfalttyp:

- Största stenstorlek < 8 mm gäller 25 mm tjocklek på platta.
- Största stenstorlek ≥ 8 mm och < 16 mm gäller 40 mm tjocklek på platta.
- Största stenstorlek ≥ 16 mm och < 22 mm gäller 60 mm tjocklek på platta.
- Största stenstorlek ≥ 22 mm och < 32 mm gäller 80 mm tjocklek på platta.

Antalet provplattor som skall provas för att erhålla ett wheel-track värde på en asfaltmassa skall vara minst 2 st. En brist i standarden är att inga tillgängliga repeterbarhets-värden finns utförda. Oberoende om man testar prover i luft eller i vatten skall undersökningen baseras på minst två prover (Tabell 1).

Utrustning	Min. antal prover
Liten, modell B, Luft	2
Liten, modell B, Vatten	2

Tabell 1: Minimum antal av prover för wheel-track enligt SS-EN 12697-22 (liten enhet, metod B).

Skrymdensitet för de båda plattorna skall inte avvika med mer än ± 1 % av den genomsnittliga skrymdensitet. Tjockleken på provplattorna skall mätas på fyra platser och enskilda värden får ej skilja mer än 2,5 mm från varandra vid tjocklekar på provplattor som är mindre än 50 mm. När provplattorna är större än 50 mm får de enskilda värden ej sprida med mer än 5 % av provplattans tjocklek.

4.2 Wheel-tracking enligt EN 12697-22 (liten enhet, metod B)

Provningsstandarden EN 12697-22 beskriver provningsmetoder för bestämning av deformationskänslighet av asfaltbeläggning under rullande hjul. Testet är tillämplig för asfaltbeläggningar med största stenstorlek ≤ 32 mm. Undersökningarna utförs på asfaltprover som antingen har tillverkats i ett laboratorium eller blivit uppborrad från vägen. Enligt denna standard kan tre alternativa förfaringssätt för wheel-tracking användas: stora enheter, extra stora enheter och små enheter. Med stora enheter och extra stora enheter utförs provningen enbart i luft. Vid utförande med de små enheterna kan provning utföras antingen i luft eller i vatten. För typtestning av en asfaltmassa inför CE-märkning har man dock valt att prova i luft även för de små enheterna.

Med liten enhet avser man maskin som består av:

- Vagn med gummibeklätt hjul. Hjuldiameter är mellan 200-205 mm, hjulbredd är 50 ± 5 mm, gummibeläggning är 20 ± 2 mm tjock och tillverkad av massivt gummi med en hårdhet av 80 ± 5 IRDH, belastning på hjulet är 700 ± 10 N. Sträckan som hjulet belastar är 230 ± 10 mm lång och hastigheten för hjulet att gå fram och tillbaka är $26,5 \pm 1,0$ cykler/min
- Formen som provplattan placeras i är av stål med min. dimensioner 260 x 300 mm. Formens botten består av stålplåt som bör vara större än 8 mm.
- Mätenhet för att mäta den vertikala positionen för det belastade hjulet skall ha en precision med $\pm 0,2$ mm.

Metod B, test med liten enhet, utförs med att köra hjulet 10 000 cykler (20 000 passager) över asfaltbeläggningen alternativt tills spårdjupet i provet blir >20 mm så avbryts testet tidigare.

Temperaturen på provet under provningen måste vara enligt den temperatur som valts vid körningen och med en maximal avvikelse på ± 1 °C.

Wheel-tracking kan utföras vid olika temperaturer beroende på vilken asfaltmassa (bitumenhårdhet) som provas. Det är mycket viktigt att provkropparna blir homogent uppvärmda till önskad temperatur innan körning. Tempereringstid för prover beror på tjockleken och riktlinjerna kring tempereringstid är:

- Om nominell tjocklek på provet är $\leq 60\text{mm}$ - uppvärmningstid min. 4h, max 24h
- Om nominell tjocklek på provet är $> 60\text{mm}$ - uppvärmningstid min. 6h, max 24h

Alla wheel-track maskiner har normalt sett inbyggda temperaturgivarna som kontrollera om önskad temperatur uppnåtts i luften. En fördel är även att montera en termometer i en asfaltprovkropp inne i enheten.

I tabell 2 visas en sammanställning av olika testmöjligheter beroende på typ av wheel-track enhet och procedur (liten/stor, metod A/B) samt vilken produktstandard och temperatur (45/50/60°C) som kan användas.

Column	1	2	3	4	5	6	7	8
						Applicable to EN 13108 Parts:		
Line	Reference	Device		Temperature °C	Test duration cycles	1	4	5
1	D.1.2	Small device, procedure A	Air	45	1 000	—	X	—
2	D.1.3	Small device, procedure A	Air	60	1 000	—	X	—
3	D.1.4	Small device, procedure B	Air	45	10 000	X	—	X
4	D.1.5	Small device, procedure B	Air	50	10 000	X	—	X
5	D.1.6	Small device, procedure B	Air	60	10 000	X	—	X
6	D.1.7	Large device	Air	50	30 000	X	—	X
7	D.1.8	Large device	Air	60	3 000	X	—	—
8	D.1.9	Large device	Air	60	10 000	X	—	X
9	D.1.10	Large device	Air	60	30 000	X	—	X

Tabell 2: Testvillkor för wheel-tracking enligt SS-EN 13108-20:2006

4.3 Redovisning av resultat

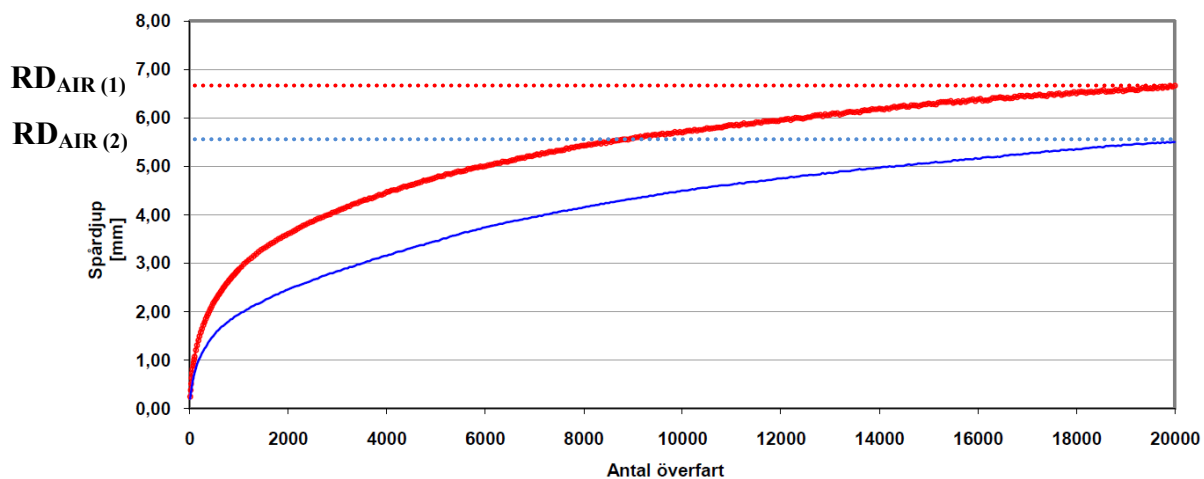
Enligt metod B, liten enhet redovisar/mäter man följande värden (*AIR* – luft, *W* – vatten):

- RD_{AIR} / RD_W [spår djup - mm]
- PRD_{AIR} / PRD_W [proportionellt spår djup - %]
- WTS_{AIR} / WTS_W [spårutveckling - mm/10³ cykler]

AD. a) RD_{AIR} / RD_W

RD_{AIR} / RD_W är det totala spår djup för asfaltprovet efter att hjulet passerat 10 000 cykler vid en viss temperatur. Testresultat är medelvärde av minst två prover om testet genomfördes enligt procedur B (Figur 1). Testet kan utföras i luft eller i vatten och resultat redovisas i [mm] med noggrannhet till $\pm 0,1$ mm.

$$RD_{AIR} = \frac{RD_{AIR(1)} + RD_{AIR(2)}}{2}$$



Figur 1: Exempel på RD_{AIR} för två provplattor.

I kommande produktstandard 13108-1 samt 13108-5 finns förslag om att följande valbara kategorier för RD_{AIR} kommer att kunna deklarerars vid en typprovning av en asfaltmassa, se tabell 3.

Category RD_{AIR}	Kommande standard	
	RD_{AIR} [mm] (ABS)	RD_{AIR} [mm] (AG/ABT/ABb)
$RD_{AIR 1,0}$	1,0	1,0
$RD_{AIR 1,5}$	1,5	1,5
$RD_{AIR 2,0}$	2,0	2,0
$RD_{AIR 2,5}$	2,5	2,5
$RD_{AIR 3,0}$	3,0	3,0
$RD_{AIR 3,5}$	3,5	3,5
$RD_{AIR 4,0}$	4,0	4,0
$RD_{AIR 4,5}$	4,5	4,5
$RD_{AIR 5,0}$	5,0	5,0
$RD_{AIR NR}$	No requirement	No requirement

Tabell 3: Kategorier för RD_{AIR} enligt 13108-1 (AG/ABT/ABb) och 13108-5 (ABS) (Kommande standard).

AD. b) PRD_{AIR} / PRD_W

PRD_{AIR} / PRD_W är ett procentuellt värde av spårdjup i förhållande till provets tjocklek.

$$PRD_{AIR} = \frac{RD_{AIR}}{h} * 100 \quad PRD_W = \frac{RD_W}{h} * 100$$

- PRD_{AIR} / PRD_W – proportionellt spårdjup i [%].
- RD_{AIR} / RD_W – spårdjup i [mm].
- h – tjocklek av prov i [mm].

I kommande produktstandard 13108-1 samt 13108-5 kommer följande valbara kategorier för PRD_{AIR} att kunna deklarerars vid en typprovning av en asfaltmassa, se tabell 4.

	13108-5 / 13108-1	
Category PRD_{AIR}	PRD_{AIR} [%] (ABS)	PRD_{AIR} [%] (AG/ABT/ABb)
PRD _{AIR} 1,0	1,0	-
PRD _{AIR} 1,5	1,5	-
PRD _{AIR} 2,0	2,0	-
PRD _{AIR} 3,0	3,0	3,0
PRD _{AIR} 5,0	5,0	5,0
PRD _{AIR} 6,0	6,0	-
PRD _{AIR} 7,0	7,0	7,0
PRD _{AIR} 8,0	8,0	-
PRD _{AIR} 9,0	9,0	9,0
PRD _{AIR} 11,0	11,0	11,0
PRD _{AIR} 13,0	13,0	13,0
PRD _{AIR} 16,0	16,0	16,0
PRD _{AIR} NR	No requirement	No requirement

Tabell 4: Kategorier för PRD_{AIR} enligt SS-EN 13108-1 (AG/ABT/ABb) och SS-EN 13108-5 (ABS)

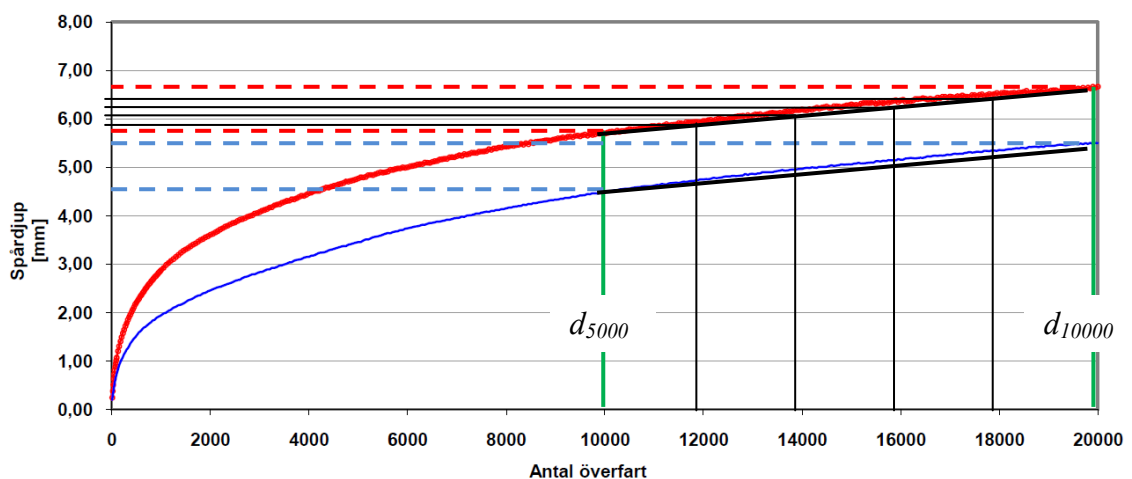
AD. c) WTS_{AIR} / WTS_W

WTS_{AIR} / WTS_W är spårutveckling i asfaltbeläggningen efter den initiala deformationen av provkroppen. Detta mått räknas som skillnad i spår djup (mm) mellan 10 000 cykler och 5 000 cykler (rak linje ritas mellan korsning av $d_{5\ 000}$, $d_{10\ 000}$ och spår djupkurvan) och dividerad med 5 (varje 1 000 cykler). Då ser man spårutveckling på den stabiliserade delen av kurvan (se figur 2).

$$WTS_{AIR} = \frac{(d_{10\ 000} - d_{5\ 000})}{5} \quad WTS_W = \frac{(d_{10\ 000} - d_{5\ 000})}{5}$$

- WTS_{AIR} / WTS_W - spårutveckling i [mm/1 000 belastning cykler].
- $d_{5\ 000}$ - spår djup efter 5 000 belastning cykler (10 000 överfarter) i [mm].
- $d_{10\ 000}$ - spår djup efter 10 000 belastning cykler (20 000 överfarter) i [mm].

Resultatet av testet är den genomsnittliga WTS_{AIR} / WTS_W värdet av minst två prover om testet genomfördes enligt metod B. Om testet avslutas innan 10 000 cykler passerat, skall WTS_{AIR} beräknas på den linjära delen av spår djup kurvan, förutsatt att det omfattar minst 2 000 cykler.



Figur 2: Exempel på WTS_{AIR} / WTS_W för två provplattor.

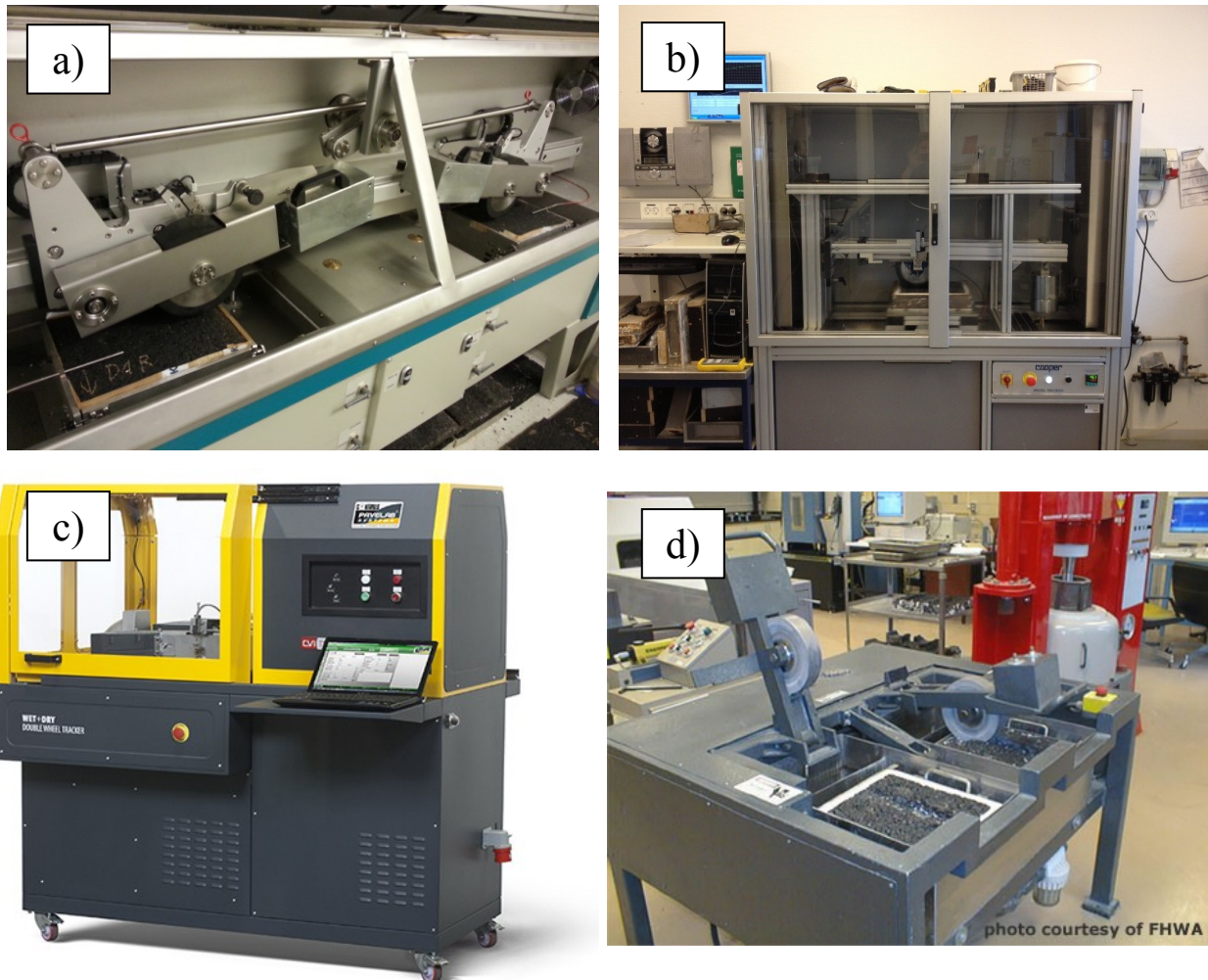
I kommande produktstandard 13108-1 samt 13108-5 kommer följande valbara kategorier för WTS_{AIR} att kunna deklarerars vid en typprovning av en asfaltmassa, se tabell 5.

Kategori WTS_{AIR}	13108-5 / 13108-1	
	WTS_{AIR} [mm/10³ cykler] (ABS)	WTS_{AIR} [mm/10³ cykler] (AG/ABT/ABb)
$WTS_{AIR\ 0,03}$	0,03	0,03
$WTS_{AIR\ 0,05}$	0,05	0,05
$WTS_{AIR\ 0,07}$	0,07	0,07
$WTS_{AIR\ 0,10}$	0,10	0,10
$WTS_{AIR\ 0,15}$	0,15	0,15
$WTS_{AIR\ 0,30}$	0,30	0,30
$WTS_{AIR\ 0,40}$	0,40	0,40
$WTS_{AIR\ 0,50}$	0,50	0,50
$WTS_{AIR\ 0,60}$	0,60	0,60
$WTS_{AIR\ 0,80}$	0,80	0,80
$WTS_{AIR\ 1,00}$	1,00	1,00
$WTS_{AIR\ NR}$	No requirement	No requirement

Tabell 5: Kategorier för WTS_{AIR} enligt SS-EN 13108-1 (AG/ABT/ABb) och SS-EN 13108-5 (ABS)

4.4 Testutrustning

Det finns många olika tillverkare som producerar maskiner för wheel-track testning som uppfyller kravspecifikationerna enligt metodbeskrivningen (t.ex. Infratest, Cooper, Pavelab , DWT – figur 3).



Figur 3: Wheel-track maskiner, liten enhet: a) Infratest b) Cooper c) PAVELAB DWT Double Wheel Tracker, EN version d) Hamburg Wheel Tracking Device (HWTB).

5. PROVTILLVERKNING FÖR RINGANALYSEN

5.1 Tillverkning av asfaltmassa i Södertälje.

Första steg i detta projekt var att tillverka asfaltmassa i Skanskas asfaltverk i Södertälje. Massatypen som tillverkades var en ABS16 70/100 och totalt fylldes 500 kg asfaltmassa i små provkartonger, se figur 4. Erfarenheterna från SBUF-projektet kring återuppvärmning av asfaltmassa på laboratorium visade att mindre förpackningar ger liten påverkan på bindemedlet vid uppvärmningen av asfaltmassan i värmeugn på lab. Tjockleken på provplattorna bestämdes till 50 mm och genom att en platta vid tillverkningen på lab har dimensionerna 650x530 mm så beräknades att ca: 43 kg asfaltmassa skulle gå åt per platta (med given volym och kompaktdensitet). Detta innebar att det räckte med tre-fyra kartonger per platta i och med att en full kartong innehåller ca 15 kg. Enligt plan behövdes åtta plattor tillverkas för ringanalysen (en platta per laboratorium, en platta = fyra provplattor) samt några provplattor för att testa repeterbarheten och utbörning av kärnor för dynamisk krypstabilitet.



Figur 4: Avhämtning av asfaltmassa tillverkad på Skanskas asfaltverk i Södertälje - ABS 16 70/100.

5.2 Tillverkning av plattor

Första steget i ringanalysen var att tillverka provplattor. I början testades asfaltmassan (ABS 16 70/100) i asfaltanalysator för att kontrollera bindemedelshalt och konkursa samt att skrymdensitet och kompaktensitet bestämdes för att kontrollera Marshallhålrumsalten. De erhållna resultaten är:

- SS-EN 12697-1, Lösliq bindemedelshalt (Vikt-%) – 5,9
- SS-EN 12697-5, Kompaktensitet procedur A (kg/m³) – 2495
- SS-EN 12697-6, Skrymdensitet procedur B (kg/m³) – 2464
- SS-EN 12697-8, Bestämning av hålrumshalt hos asfaltprovkroppar (%) – 1,2

Bindemedelshalt och kornkurva blev något finare än önskat men låg innanför kontrollsiiktarnas gränsvärden, se rapport bilaga 1. Detta medförde att marshallhålrumshalten blev något lägre än förväntat.

Innan tillverkning av provplattor beräknar man fram den mängd asfaltmassa som kommer att behövas. Kompaktensitet och önskat hålrum är två parametrar som styr mängden asfaltmassa. Marshallhålrumshalten anses vara maximala hålrumshalten för asfaltmassan. I vårt fall siktade vi på att erhålla 100 % packningsgrad för att inte få en efterpackning vid wheel-track-körningen. Från en stor platta med dimensioner 650x530x50mm får man fyra små plattor som har dimensioner 320x260x50mm som passar precis till wheel-track utrustning, liten enhet metod B. För att beräkna exakt mängd av asfalt massa som behövs för en platta användandes nedanstående formel. I och med att skrymdensiteten som behövs för framräkning av total mängd massa även beror på överytans textur så görs en korrigering/minskning av ca 30 kg/m³ på vattenskrymdensitet på 2464 kg/m³ som erhöles på Marshall-provkropp.

$$\text{Vikt} = \text{Volym} * \text{Skrymdensitet}_{1,2\%} = 0,65\text{m} * 0,53\text{m} * 0,05\text{m} * 2434\text{kg/m}^3 = \mathbf{41,91\text{kg}}$$

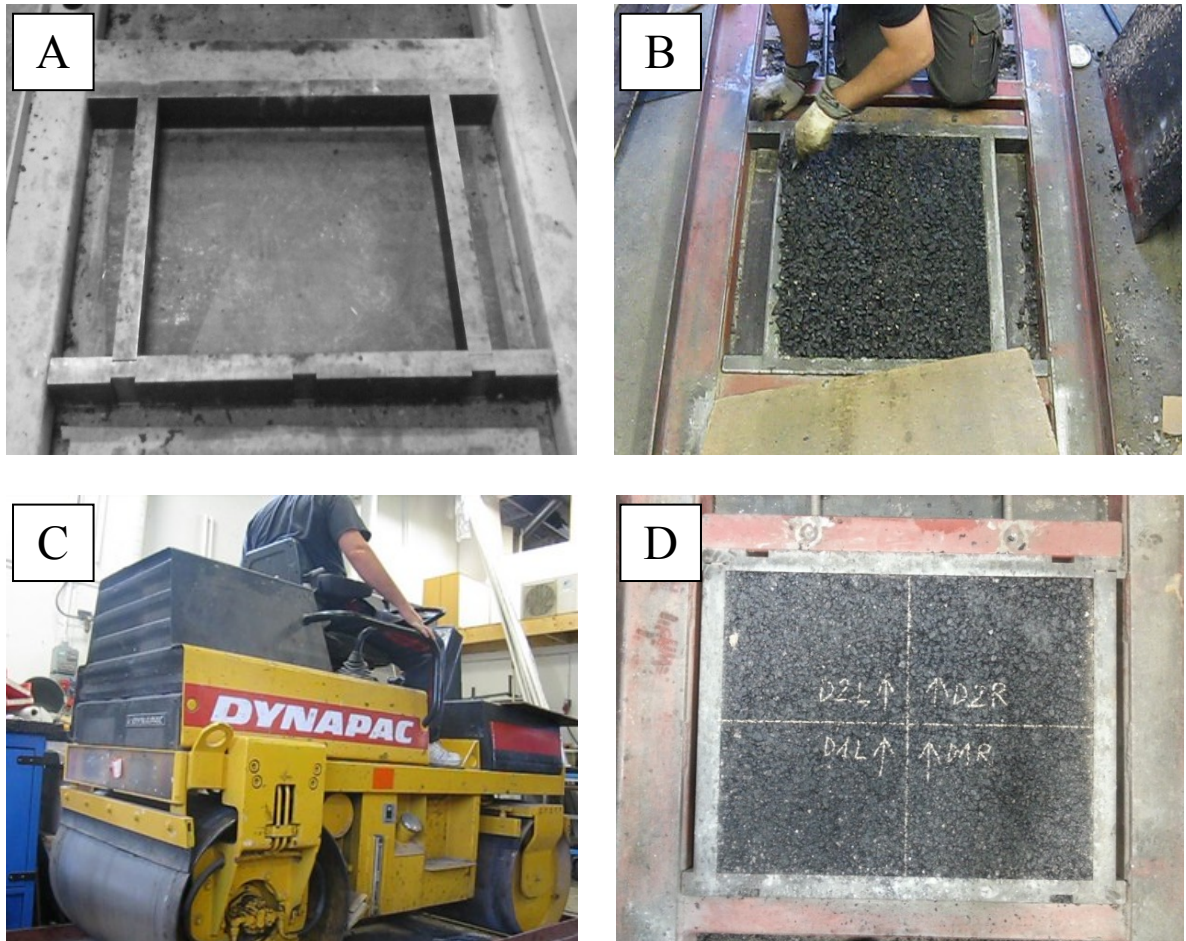
Vardera kartong med asfaltmassa vägdes upp och grupperades så att tillräcklig mängd asfaltmassa fanns för att tillverka en platta (ca: 45kg). 3 eller 4 st kartonger räckte. (Figur 5).



Figur 5: Uppvärmning av asfaltmassa i varmluftugn.

Innan kartonger placerades i varmluftugnen värmdes den upp till 160°C. Asfaltmassan värmdes sedan upp i 3-4 timmar så att en homogen temperatur på 150°C erhöles. En viktig faktor var att väga massan ordentlig innan packning eftersom varje skillnad i massans vikt kan resultera i olika hålrums halt i varje platta. Målet var att tillverka likadana plattor, med så liten skillnad i hålrums halt som möjligt. För att inte separera asfaltmassan följdes samma mönster vid tömning av kartongerna i formen. Materialet sprids i formen, förestampas med manuell stamp innan vältning. För att säkerställa tillräcklig packningsgrad bestämdes det att utföra 15 överfarter (5 överfarter slätvals, 5 överfarter med vibro och 5 överfarter slätvals).

I figur 6 kan man se hur den stora plattan packas ihop och att den sedan delas in i 4 st wheel-track-plattor.

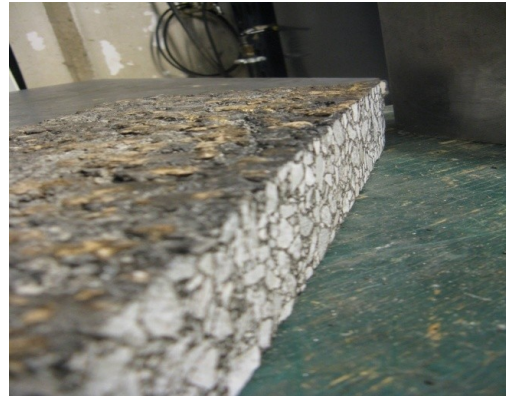
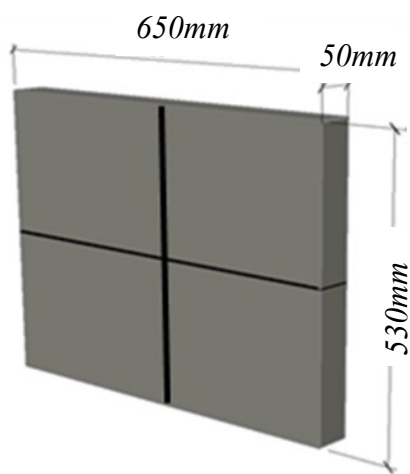


Figur 6: Tillverkning av stora plattor:

- a) Förbereda formen
- b) Fylla med material
- c) Packa med välten
- d) Dela stor platta till fyra likadana prover.

5.3 Sågning

Ett viktigt moment är att såga ut de 4 olika wheel-track-plattorna från den stora plattan, se figur 7. Här är det mycket viktigt med raka kanter så att plattan kan spännas fast runt alla kanter och att det inte finns några mellanrum. Om mellanrum skulle finnas används gips för att täta mellanrummet.



Figur 7: Sågning platta för fyra likadana prover

5.4 Hålrums halt analys

På varje wheel-track-platta bestämdes skrymdensiteten i vatten, se figur 8. Samtliga plattor grupperades och ett medelvärde bestämdes för alla plattorna. Skrymdensiteten spred mycket lite och vardera lab fick wheel-track plattor som härstammade från någon av de 8 olika stora plattorna. 4 wheel-track plattor packades varsamt på pallar och skickades till respektive laboratorium, se figur 9.



Figur 8: Skrymdensitet enligt EN 12697-6, procedur B i vatten.



Figur 9: Packning av plattor på pall för leverans till lab.

6. TESTGENOMFÖRANDE

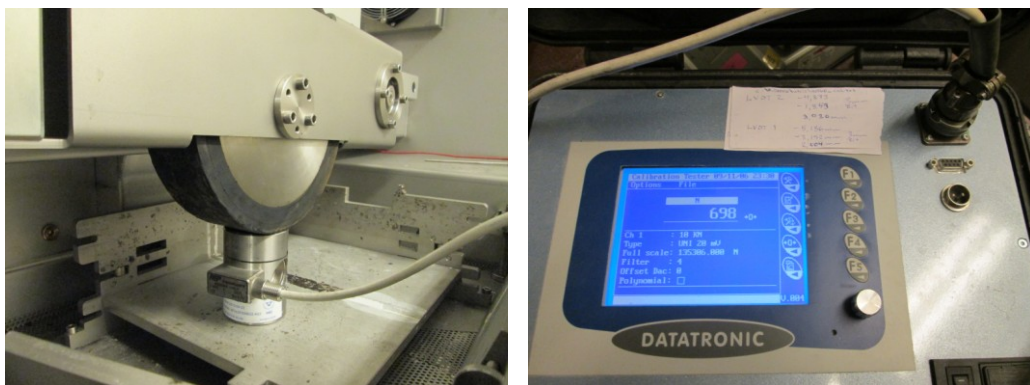
6.1 Antaganden/åtgärder innan testning

Ringanalys utfördes i wheel-track liten enhet, enligt metod B och i luft. I Norden använder man asfaltmassa med relativt mjuka bitumen och därför bestämdes det i denna ringanalys att temperera plattorna till 45°C. Antalet överfarter skulle vara 20 000 överfarter och 240 minuter temperering i 45°C. Innan registrering av första mätdata skulle 10 överfarter göras. Laboratorierna som använder wheel-track maskin från Infratest behövde ej gipsa proverna i formen. Laboratoriet med Cooper maskin behövde använda gips mellan prov och form för att stabilisera prov och förhindra rörelse i sidled. Plattorna tillverkades 5 månader innan undersökningen (~150 dagar innan testning) och enligt standarden bör alla prover ha samma ålder ($\pm 10\%$). Därför kördes alla proverna mellan veckorna 42 – 46.

6.2 Kalibrering

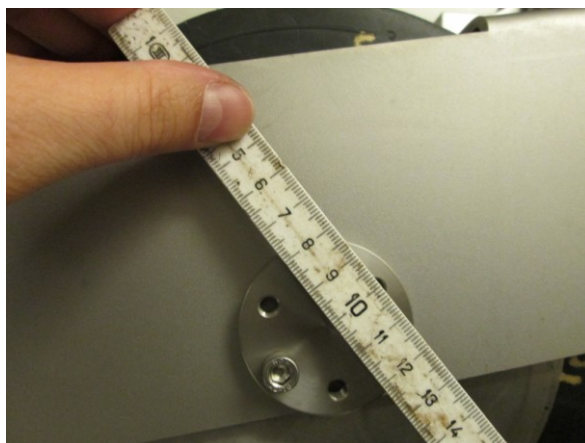
Innan testning ombuds samtliga deltagande lab att kontrollera följande parametrar:

- **Belastning på hjulet (700 ± 10 N).** Placera lastcell under hjulet och läs av kraften. På Skanska labbet registrerades en kraft på 698 N som ligger inom tillåtna gränser (Figur 10). Om lastvikten är placerad i korrekt plats (jämns med linje märkt med R, se figur 16) bör kraften stämma.



Figur 10: Kalibrering av belastning.

- **Ytrenhet av hjulet.** För att göra hjulet rent använder man en blandning av aceton (9/10 del) och fotogen (1/10 del).
- **Frekvens av passeringar (53 pass/60 sek).** (1 cykel = 2 passeringar)
- **Hjuldiameter (200 ÷ 205 mm).** – se figur 11.



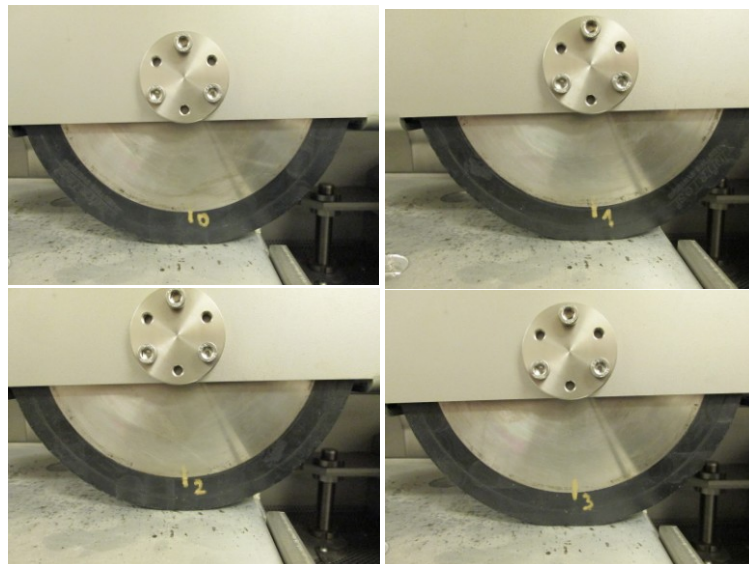
Figur 11: Hjuldiameter mätning

- **Tjocklek av gummi (20 ± 2 mm).** – se figur 12.

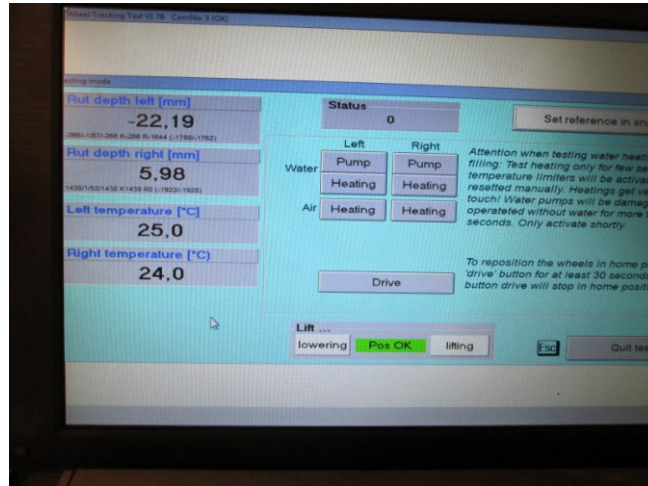


Figur 12: Mätning av gummidäck.

- **Rundhet på hjulet.** För att hålla kontroll på rundhet görs fyra fasta markeringar på gummi däck: 0, 1, 2, 3 (Figur 13). Kontrollera position av sensorn på 4 olika ställen när man roterar hjulet. I Infratest utrustning görs denna mätning via datorn (Figur 14). I mätning på Skanska labbet erhöles följande resultat 22,2mm, 22,2mm, 22,3mm, 22,4mm (Figur 13 – 22,2mm som första mätning). Det finns inget krav på rundhet av hjul i standard men i jämförande studie antog vi att 1 mm skillnad är maximal tillåten. Det är bra att variera hjulpositionen varje gång man kör prov, då nöts gummit jämnt.



Figur 13: Mätning av rundhet på hjulet.



Figur 14: Mätning av rundhet på hjulet.

- Temperaturen inuti maskinen med extern termometer.** Extern temperatur-indikator placerades bredvid temperaturgivare som är installerad i maskinen och båda temperaturer jämfördes (Figur 15). I början visade extern termometer 3-4°C högre temp men efter två timmar temperatur stabiliserade och skillnaden var 0.8°C (önskade temp 50.0°C, temperatur på externt termometer 50.8°C). Korrigeringsfaktor för extern termometer är 0,2°C så egentligen temperaturen mätte i maskinen var 51°C som ligger inom gränsen $\pm 1^\circ\text{C}$. Om maskinen visar fel måste man räkna offset och faktorn och korrigera temperaturen i programvara för wheel-track test.



Figur 15: Kalibrering av temperatur inuti maskinen.

- **Läge av lastvikten för gummihjul (R).** För Infratestutrustningen finns en markering (R) där lastvikten skall vara inställd vid körning med gummihjul. Det skall vara exakt med linjen, annars hjulet kör med otillräcklig kraft på provet.



Figur 16: Kontroll av belastning på hjulet (R-för gummihjul, S-för stål hjul).

- **Temperaturen inuti provkropp efter temperering.** Temperatur indikator placerades i mitten av 60 mm tjock borrkärna (borrkärna sågades i två delar och temperaturgivare placerades mellan dem, se figur 17). Efter 1 timme vid 50°C var det 43.2°C. Efter 2 timmar var det 49.7°C. Enligt metod förutsätts att upphettning av provet i fyra timmar är tillräcklig tid för att få en homogen temperatur i 50 mm:s tjocka prover.



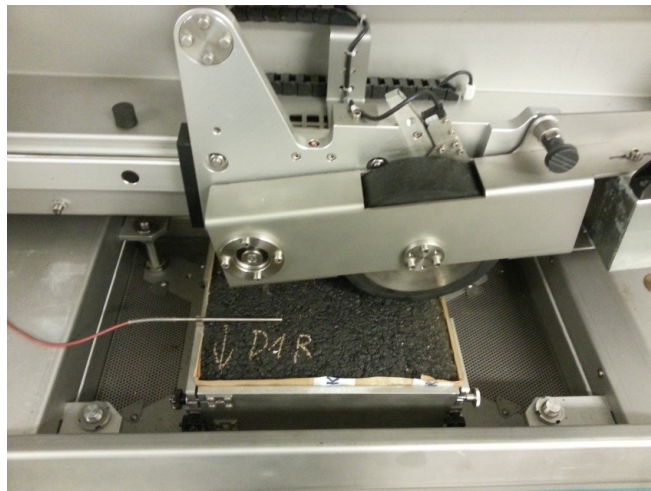
Figur 17: Kontroll av temperaturen inuti provkropp.

6.3 Testning

I varje labb testades fyra prover (plattor 320x260x50mm). Varje labb rapporterade följande uppgifter:

- RD_{AIR}
- PRD_{AIR}
- WTS_{AIR}
- Kalibrerings bevis
- Excel fil med resultaten
- Bilder efter testning

Prover installerade i maskinen borde se ut som på Figur 18. Prover är anpassade till formen (Infratest utrustning) så ingen gips behövs använda.

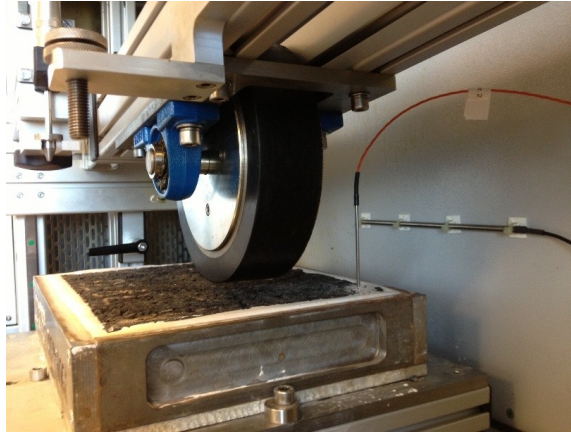


Figur 18: Korrekt montering av provet i Infratest maskinen (utan gipsning).

Skruvar i Infratest maskin ger möjlighet att reglera formens dimensioner så att plattan är fast inspänd och det ej behövs gipsning. Standarden säger att:

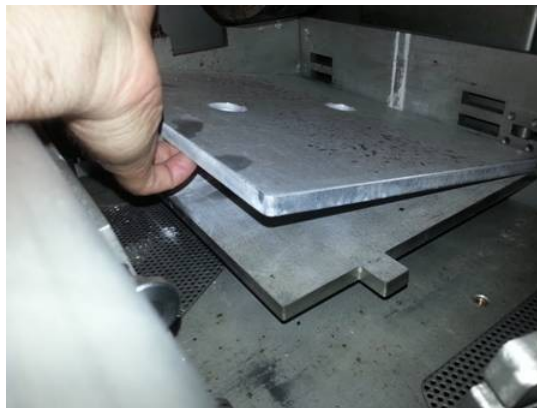
“If dimensions may differ by more than 0,5 mm, fill the gap between the mould and the sample with plaster of Paris.”

Om det finns utrymme mellan formen och provkropp måste det fyllas med gips som skall härda innan körning, se figur 19.



Figur 19: Korrekt montering av provet i Cooper maskinen (med gipsning).

För att genomföra testet behöver man ha stål distanser (10 mm) för att lägga under asfaltplattan (Figur 20). Det krävs för att köra prover med tjocklek 50mm. Eftersom asfaltmassan var ett slitlager, ABS 16 70/100 så valde vi att tillverka plattan 50 mm tjock.



Figur 20: Stål distanser (10 mm) för att lägga under provet.

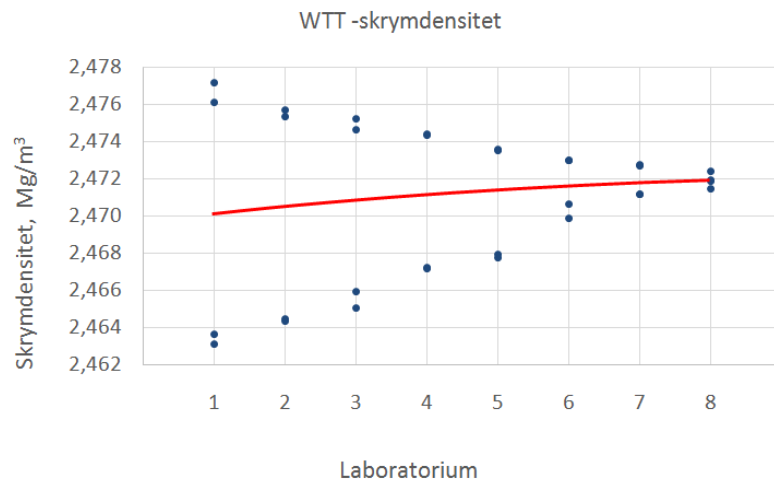
7. RESULTATREDOVISNING

7.1 Resultatsammanställning

Lab nr	Prov Nr	ENKILDA VÄRDEN				MDV. PÅ 2 PROVER				MDV. PÅ 4 PROVER			
		Skrym. [Mg/m ³]	RDair [mm]	PRDair [%]	WTSair [mm/10 ³]	mdv. Skrym.	mdv. RD	mdv. PRD	mdv. WTSair	mdv. Skrym.	mdv. RD	mdv. PRD	mdv. WTSair
1	1a	2,463	5,42	10,84	0,23	2,463	5,59	11,17	0,23	2,470	5,28	10,56	0,22
	1b	2,464	5,75	11,50	0,23								
	1c	2,476	4,97	9,94	0,22	2,477	4,97	9,94	0,22				
	1d	2,477	4,97	9,94	0,21								
2	2a	2,464	5,54	11,08	0,30	2,464	5,78	11,56	0,31	2,470	5,45	10,89	0,26
	2b	2,464	6,02	12,04	0,31								
	2c	2,475	5,39	10,78	0,22	2,476	5,11	10,22	0,22				
	2d	2,476	4,83	9,66	0,21								
3	3a	2,465	-	-	-	2,465	-	-	-	2,470	4,85	9,70	-
	3b	2,466	-	-	-								
	3c	2,475	4,70	9,40	0,15	2,475	4,85	9,70	0,16				
	3d	2,475	5,00	10,00	0,17								
4	4a	2,467	4,37	8,74	0,14	2,467	3,95	7,90	0,11	2,471	3,93	7,86	0,10
	4b	2,467	3,53	7,06	0,08								
	4c	2,474	4,53	9,06	0,11	2,474	3,91	7,82	0,09				
	4d	2,474	3,29	6,58	0,07								
5	5a	2,468	5,21	10,42	0,26	2,471	4,69	9,37	0,22	2,472	5,22	10,44	0,25
	5b	2,474	4,16	8,32	0,18								
	5c	2,474	6,17	12,34	0,28	2,474	5,75	11,50	0,27				
	5d	2,474	5,33	10,66	0,26								
6	6a	2,470	3,48	6,96	0,11	2,470	3,99	7,98	0,12	2,472	4,40	8,80	0,15
	6b	2,471	4,50	9,00	0,12								
	6c	2,473	4,42	8,84	0,18	2,473	4,81	9,61	0,19				
	6d	2,473	5,19	10,38	0,19								
7	7a	2,471	5,83	11,66	0,34	2,471	4,85	9,70	0,25	2,472	4,82	9,64	0,31
	7b	2,471	3,87	7,74	0,16								
	7c	2,473	4,41	8,82	0,32	2,473	4,79	9,57	0,37				
	7d	2,473	5,16	10,32	0,42								
8	8a	2,471	4,62	9,24	0,18	2,472	4,74	9,48	0,21	2,472	5,14	10,27	0,25
	8b	2,472	4,86	9,72	0,23								
	8c	2,472	5,88	11,76	0,38	2,472	5,53	11,06	0,29				
	8d	2,472	5,18	10,36	0,19								

Tabell 6: Sammanställning av alla resultaten

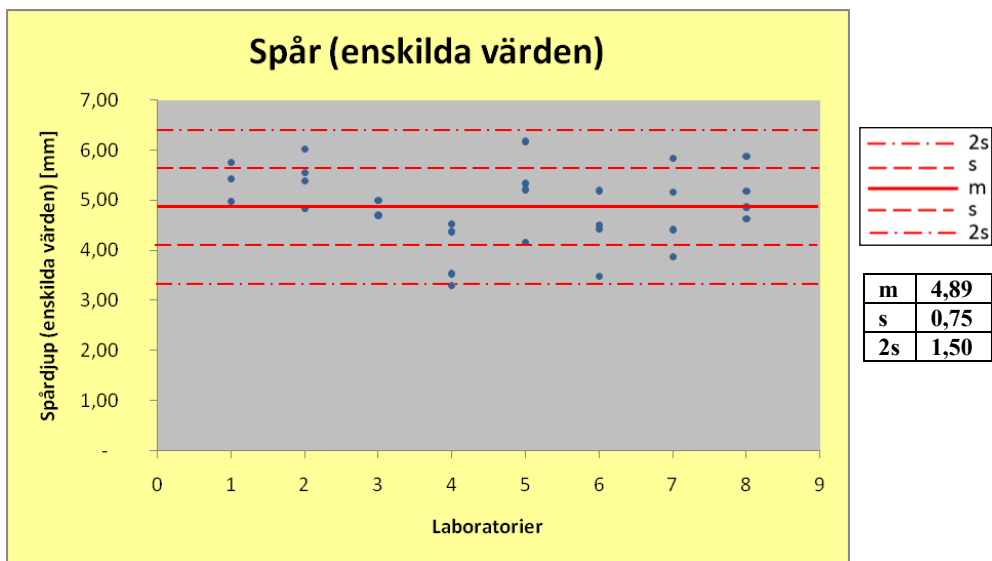
Tabellen ovan innehåller resultat för alla prover utförda på de åtta olika laboratorierna. Skrymdensiteten på de olika plattorna varierade mellan min 2,463 Mg/m³ och max 2,477 Mg/m³, dvs. en skillnad på bara 0,014 Mg/m³. Medelvärdet av de 4 plattor som skickades till resp lab låg mellan 2,470-2,472 Mg/m³ (Figur 21).



Figur 21: Snitt skrymdensitet värden på fyra prover i varje lab.

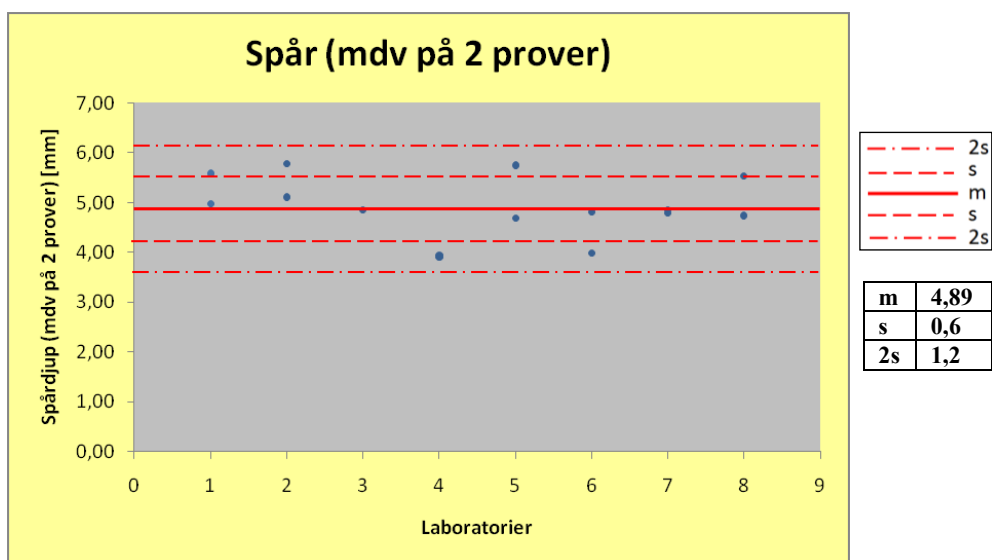
Enligt standarden (liten enhet, metod B) skall slutvärdet på RD, PRD och WTS_{AIR} vara ett medelvärde av minst två prover, detta redovisas i grön kolumn. För att se effekten av repeterbarheten så utfördes 4 st prover per lab och medelvärdet för dessa redovisas i blå kolumn.

Nedan sammanställdes tre figurer som presenterar resultaten som enskilda värden (Figur 22), medelvärde av 2 prover (Figur 23) och medelvärde på 4 prover (Figur 24). I vardera figur har även gränslinjer för 1 standardavvikelse och 2 standardavvikelse angetts.



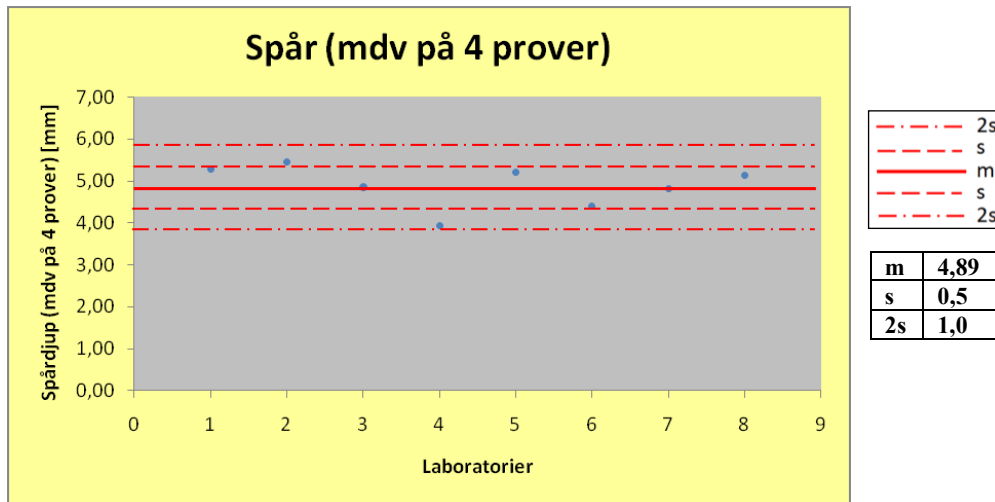
Figur 22: Spår djup (RD). Resultat från alla laboratorier (enskilda värden).

Figur 22, enskilda resultat, visar att labb nr 4 avviker med 1 prov som ligger utanför 2 standardavvikelser.



Figur 23: Spår djup (RD). Resultat från alla laboratorier (mdv på 2 prover).

Figur 23, Medelvärde av två prover, visar att alla labb ligger innanför 2 standardavvikelser. Standardavvikelsen minskade från 0,75 till 0,6.



Figur 24: Spårdjup (RD). Resultat från alla laboratorier (mdv på 4 prover).

Figur 24, Medelvärde av fyra prover, visar att alla labb ligger innanför 2 standardavvikelser. Standardavvikelsen minskade från 0,6 till 0,5.

Två prover analyserades på labbet nr 3 var förstörda p.g.a. strul i maskinen. De var exkluderade från sammanställning och ringanalysen. Resterande prover testades utan problem och efter testning resultaten redovisades i ursprungliga filen.

I två av åtta laboratorier testades proverna i annan maskintillverkare än Infratest maskin. Trots att dessa två maskiner tillverkas av olika producenter båda är anpassade till testning enligt standard för wheel-tracking (liten enhet) dvs. alla inställningar är exakt lika (belastning, hjul dimensioner, antal överfarter per minut osv.). Emellertid visar tidigare erfarenheter att maskiner från olika tillverkare, trots att de har samma inställningar, kan ge olika testresultat. Vid en jämförelse med samma tillverkare av utrustningen så kan man komma ner till en standardavvikelse på 0,3 mm.

7.2 Repeterbarhet och reproducerbarhet

Förklaring av begreppen repeterbarhet (r) och reproducerbarhet (R) uppfattas som:

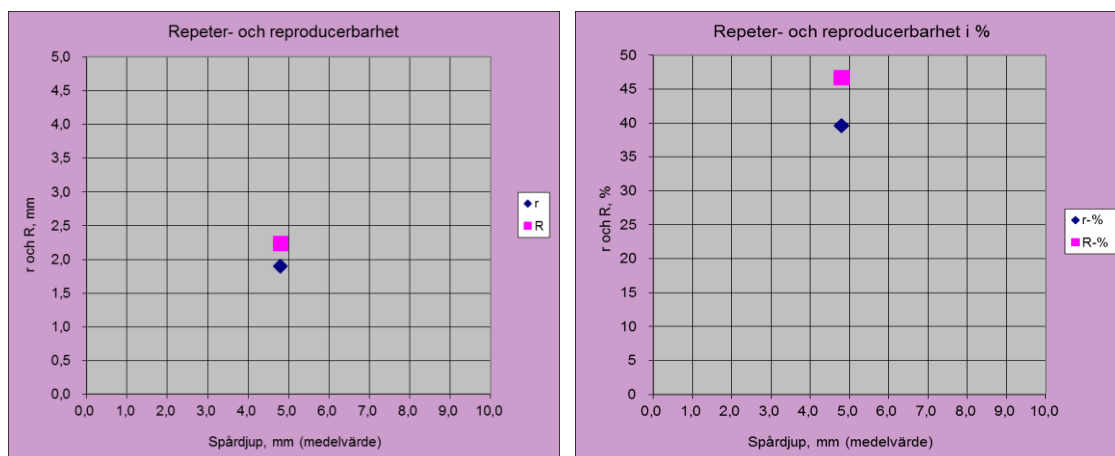
- **repeterbarhet (r)** (spridning inom laboratorium) är värdet under vilket den absoluta differensen mellan två enkelvärden förväntas falla vid användning av samma provmaterial och metod och dessutom vid samma förhållanden d.v.s. samma försöksperson, utrustning och laboratorium samt under en kort tidsperiod. och vid en viss sannolikhet, vanligtvis 95%.
- **Reproducerbarhet (R)** (spridning mellan laboratorier) är värdet under vilket den absoluta differensen mellan två enkelvärden förväntas falla vid användning av samma provmaterial och metod, vid olika förhållanden (olika försökspersoner, utrustningar och laboratorium och/eller olika tid) och vid en viss sannolikhet, vanligtvis 95%

Beräknad repeterbarhet (r) och reproducerbarhet (R) för alla 30 resultaten är $r=37\%$ $R=45\%$ (Tabell 7, Figur 25). Det visar att spridning i resultaten är ganska stor inom och mellan laboratorierna.

Alla resultat					
Antal lab	RD mdv	r	R	r-%	R-%
		spårdjup, mm		spårdjup, %	
8	4,9	1,84	2,22	37,6	45,4

Tabell 7: Beräknad resultat för repeterbarhet och reproducerbarhet (liten enhet, metod B).

Trots att man alltid försöker tillverka provkroppar som är homogena det är omöjligt att få asfaltprover som presenterar samma egenskaper och prestanda. En grafisk presentation av resultaten finns på Figur 25.



Figur 25: Repeterbarhet och reproducerbarhet (spårdjup i mm och i %).

Två ringanalyser utfördes enligt metod A i 1992 och 1994 i UK och är beskrivna i EN 12697-22 punkt 11.3. Sammanställning av resultaten från ringanalyser som gjordes då finns i Tabell 8.

Alla resultat						
Prover	Antal lab	RD mdv	r	R	r-%	R-%
		mm	spårdjup, mm		spårdjup, %	
Lab tillverkade A	7	2,1	0,5	1,0	23,8	47,6
Lab tillverkade B	7	1,7	0,6	1,1	35,3	64,7
Borrade från fält A	11	6,4	2,5	4,7	39,0	73,4
Borrade från fält B	11	10,7	3,2	4,5	29,9	42,0

Tabell 8: Repeterbarhet och reproducerbarhet resultaten beskriven i EN 12697-22 (liten enhet, metod A).

När man jämför värden för repeter- och reproducerbarhet från Tabell 7 och Tabell 8 (Lab tillverkade prover) ser man att procentuellt ligger de ganska nära varandra. Man kan se att repeterbarhet i den här ringanalysen är lite högre än i de utförda på nittioalet (runt 37% nu och 30% då) och reproducerbarhet lite lägre än i de genomförda tidigare (runt 45% nu och 56% då). Men $r=37\%$ $R=45\%$ tolkas fortfarande som stor spridning. I UK användes metod A (6 prover, 2 000 överfarter) medan i den här analysen testades prover enligt metod B (4 prover, 20 000 överfarter) men i samma temperatur och i luft.

7.3 Korrelation mellan wheel-tracking och dynamisk kryp test

I Sverige har vi lång erfarenhet av att bestämma deformationsegenskaperna på asfaltbeläggning genom att utföra testet Dynamisk krypstabilitet vid 40°C. Trafikverket ställer bland annat krav på ABb i vissa projekt och metoden tillämpas även när hållrumshalter på vägen blivit lägre än vad standarden säger. För att se om det finns någon korrelation mellan Dynamisk kryptest vid +40°C och Wheel-tracking vid +50°C utfördes några inledande studier i detta projekt. På 7 olika beläggningar ute på väg borrades provkroppar för både Wheel-tracking test och Dynamisk kryptest. 4 ytor var på asfaltbeläggning med vanligt PEN-bitumen och 3 ytor var på asfaltbeläggning med PMB bitumen.

Följande massatyper med PEN-bitumen testades (**RD** = wheeltracking, ϵ = Dynamisk kryptest):

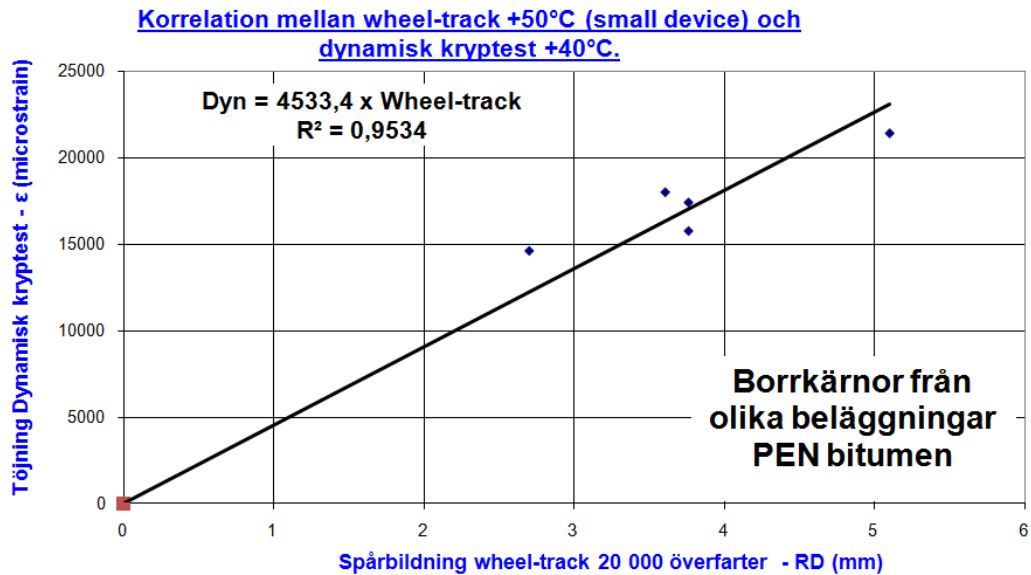
- AG 22 100/150 – (RD=3,81mm; ϵ =17400 $\mu\epsilon$)
- AG 22 100/150 – (RD=3,76mm; ϵ =15750 $\mu\epsilon$)
- ABb 22 70/100 – (RD=2,72mm; ϵ =14600 $\mu\epsilon$), (RD=3,61mm; ϵ =17991 $\mu\epsilon$)
- ABb16 100/150 – (RD=5,10mm; ϵ =21400 $\mu\epsilon$)

Både AG och ABb är asfaltmassor som bör vara stabila och ha goda deformationsegenskaper. AG22 innehåller runt 4,5 vikt-% bitumen och är ett typiskt bärlager som läggs underst i en asfaltkonstruktion. ABb massan innehåller lite högre bindemedelshalt, runt 5,0-5,5% och används som bindlager i asfaltkonstruktionen mellan slitlagret och bärlagret.

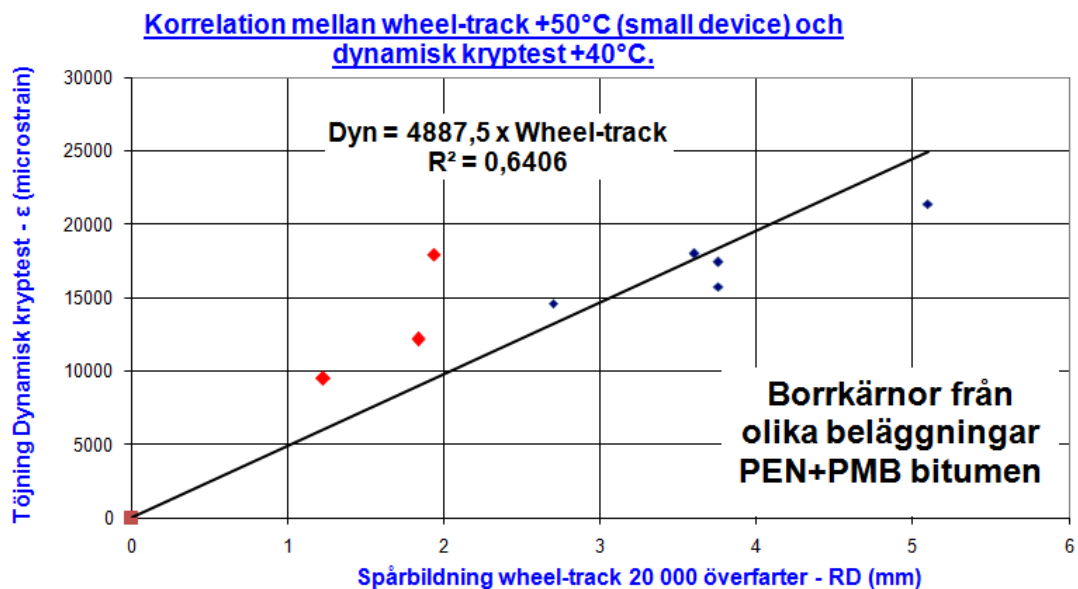
Massatyper modifierade med polymerer (PMB) är mycket elastiskt och brukar uppvisa bra motstånd mot deformationer. I detta fall testades följande asfaltmassor:

- Durabind 22 PMB – (RD=1,94mm; ϵ =17900 $\mu\epsilon$)
- Dura TB 16 PMB – (RD=1,84mm; ϵ =12150 $\mu\epsilon$)
- Durabase 22 PMB – (RD=1,23mm; ϵ =9480 $\mu\epsilon$)

Figur 26 visar korrelation för massatyper med PEN-bitumen och Figur 27 visar korrelation för massan med PEN+PMB-bitumen.



Figur 26: Korrelation mellan wheel-track (+50°C, liten enhet) och dynamisk kryptest (+40°C) för prover med PEN-bitumen.



Figur 27: Korrelation mellan wheel-track (+50°C, liten enhet) och dynamisk kryptest (+40°C) för prover med PEN-bitumen och med PMB.

Denna mindre undersökning visar att det finns en god korrelation mellan wheel-tracking vid +50°C och Dynamisk kryptest vid +40°C när det gäller PEN-bitumen. Studien visar också att vi får sämre korrelation med PMB som bitumen där wheel-tracking värdena ger liten spårbildning men de dynamiska kryptestvärdena blir högre än förväntat. Detta kan bero på att det är så små deformationer man mäter vid dynamisk kryptest när resultaten förväntas bli under 10 000 microstrain (<0,6 mm deformation). Detta har även diskuterats inom branschen.

8. SLUTSATSER

- **PLATTOR** Tillverkning av plattor fungerade bra och hålrums halten i alla prover skilde sig väldigt lite. Det var viktigt att säkerställa bra repeterbarhet i tillverkningsprocess för att få homogena prover (detsamma personal, procedur, maskiner, temperaturer, spridning av massa, antalet av vältens överfarter o.s.v.).
- **UTRUSTNING** Det är karakteristiskt att utrustningar från olika leverantörer medför en ökad spridningsbild i resultaten.
- **ANTAL PROVER** Medelvärde på fyra prover ger bättre noggrannhet i resultat än medelvärde på två prover (alla resultaten utan två stycken ligger inom standardavvikelse). I nuvarande standard redovisar man snitt värde på två prover som slutresultat och kanske bör man öka på antalet prover för att få en noggrannare bedömning av spårbildningen.
- **KORRELLATION WHEELTRACK VS DYNAMISK-KRYPTTEST** Korrelation mellan wheel-track test och dynamisk kryptest är bra när man testar prover med penetrationsbitumen. Prover med modifierade bitumen (PMB) visade sämre korrelation.
- **REPETER- REPRODUCERBARHET** Trots samma hålrums halt i provkropparna och med samma tillverknings sätt så är Repeter- och reproducerbarhet på en ganska hög nivå vilket dock är ganska vanligt när resultatnivån (medelvärdet av spårdjupet) ligger på en låg nivå. Orsaken till spridningarna kan bero på hur stenarna är orienterade i asfaltmassan och är lämpade för att ta upp laster samt att de olika utrustningarna kan ge lite olika resultat.

REFERENSER

1. Olsson K., Malmqvist E. *Utveckling av en metodik för att bestämma deformationsegenskaper för två-lagers asfaltbeläggningar i fräslådor*. SBUF-projekt nr 11512, 2005, Stockholm.
2. SS-EN 12591:2009 Bitumen och bituminösa bindemedel – Specifikationer för beläggningsbitumen.
3. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007 Vägmaterial – Asfaltmassor – Provningsmetoder för varmblandad asfalt – *Del 22: Bestämning av deformationskänslighet hos asfaltbeläggning under rullande hjul*
4. SS-EN_13108-5:2006 Vägmaterial – Asfaltmassor – Material – specifikationer – *Del 5: Stenrik asfaltbetong (ABS)*
5. Viman L., Hakim H. *Ringanalys på Prallmetoden*. VTI, projekt nr 759,2010.

BILAGOR

BERÄKNINGAR

BILAGA 1 – Bindemedelshalt, kornkurva, hålrums halt (ABS 16 70/100).

SKANSKA



RAPPORT

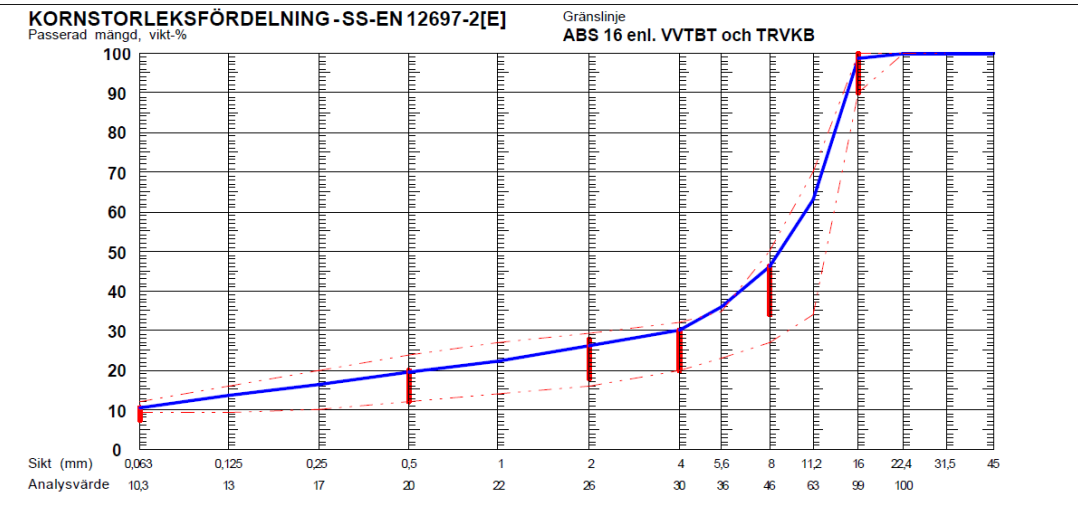
utfärdat av ackrediterat provningslaboratorium
TEST REPORT issued by an Accredited Testing Laboratory

1603
ISO/IEC 17025

Provningsnummer **31130135**

ANALYS Beläggningssmassa Sidan 1 av 1

Beställare Skanska Sverige AB Kenneth Olsson	Provtagningsdatum 2013-03-26	Analys start 2013-04-03
	Ankomstdatum 2013-03-26	Analys slut 2013-04-04
Produkt ABS 16 70/100	Referens nr	Id-nummer
Leverantör Skanska, Av Södertälje	Provtagningsplats KI: Temp: 165°C Bil:	
Entreprenör Skanska Sverige AB	Provtagare P.W. M.E	
Objekt Wheeltrack	Märkning	



Sikt (mm)	0,063	0,5	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	Bindem.halt
Arbetsrecept (SÖ13015 - 1)	9,0	16	23	25		40		95			5,8
Analysvärde	10,3	19	26	30		46		99			5,9
Avvikelse	1,3	3,5	2,9	4,8		5,9		3,7			0,1

Provresultat	Medel-värde	Recept	Notering
Kommentar			
SS-EN 12697-1. Löslig bindemedelshalt (Vikt-%) [E]	5,9	5,8	Ort och datum Farsta 2013-04-04 Timmy Leonardsson, Laborant Digitalt utfärdad signatur
SS-EN 12697-5. Kompaktdensitet procedur A (kg/m³)	2495		
SS-EN 12697-6. Skrymdensitet procedur B (kg/m³)	2464		
SS-EN 12697-8. Bestämning av hålrums halt hos asfaltprovkroppar (%)	1,2	2,2	

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
Box 49
123 21 Farsta

Besöksadress
Frykdalsb. Larsboda
Styrelsens säte
Solna

Telefon nr
010-448 72 57
Telefax nr
08-605 94 73

Org.nr
556033-9086
VAT nr
663000-0229

E-post

Internet adress
www.skanska.se

BILAGA 2 – Beräkningsexempel av lämplig mängd av material för asfaltplatta, skrymdensitet och hålrumshalt av enskilda provplatta.

BERÄKNINGAR AV LÄMPLIG MÄNGD AV MATERIAL FÖR HÅLRUM

MASSA TYP	ABS16 70/100 (h)
Plattbredd (m)	0,65
Plattlängd (m)	0,53
Platthöjd (m)	0,05
Material som vi behöver (kg)	41,91
Skrymdensitet (kg/m ³)	2433
% önskad hålrum	2,48
Kartong vikt (kg)	0,23
Kartong vikt (använd i räkningar):	0,3
Vikt av kartong 1 + material (kg)	12,1
Vikt av kartong 2 + material (kg)	12,19
Vikt av kartong 3 + material (kg)	12,87
Vikt av kartong 4 + material (kg)	13,67
Material som vi har (kg)	49,63

41,0 ←

Gmm - genomsnitt (Kompaktdensitet)	Gmb - genomsnitt (Skrymdensitet - Proc. B)	Gmb - genomsnitt (Skrymdensitet - Proc. D)
2495,00 kg/m ³	2475,09 kg/m ³	2451,61 kg/m ³

Riktig hålrum (%) 1L & 1R
0,80
1,27
1,74

Gmb 1 (B) (SS-EN 12697-30 Procedur B Skrymdensitet)

VALUES:	1L	Gmb
m1 (Vikt av torrt prov (g))	10404,6 g	
m2 (Vikt av prov i vatten (g))	6217,6 g	2473,00 kg/m ³
m3 (Vikt av yttorr prov (g))	10417,3 g	2,4730 Mg/m ³
Rowater (kg/m ³)	998,2 kg/m ³	
Vattentemperatur (°C)	20 °C	

Gmb 2 (B) (SS-EN 12697-30 Procedur B Skrymdensitet)

VALUES:	1R	Gmb
m1 (Vikt av torrt prov (g))	10306,5 g	
m2 (Vikt av prov i vatten (g))	6163,7 g	2477,17 kg/m ³
m3 (Vikt av yttorr prov (g))	10316,8 g	2,4772 Mg/m ³
Rowater (kg/m ³)	998,2 kg/m ³	
Vattentemperatur (°C)	20 °C	

Gmb 1 (D) (SS-EN 12697-6 Procedur D Skrymdensitet)

VALUES:	1L	Gmb
m1 (Vikt av torrt prov (g))	10404,6	
Höjd (mm)	50	
Längd (mm)	323	2449,61 kg/m ³
Bredd (mm)	263	= 2,4496 Mg/m ³

Gmb 2 (D) (SS-EN 12697-6 Procedur D Skrymdensitet)

VALUES:	1R	Gmb
m1 (Vikt av torrt prov (g))	10306,5	
Höjd (mm)	50	
Längd (mm)	322,5	2453,60 kg/m ³
Bredd (mm)	260,5	= 2,4536 Mg/m ³

BILAGA 3 – Rapporten - laboratorium nr 1.

SKANSKA

Teknik Väg och Asfalt

RAPPORT

Provnummer

ANALYSRAPPORT			Sidan 1 av 1				
Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB		Provtagningsdatum 2013-05-15	Analys start 2013-10-29				
		Ankomstdatum	Analys slut 2013-10-29				
Produkt ABS 16 70/100		Provtagningsplats					
Leverantör Asf. Verket Södertälje		Övrigt					
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB		Provtagare					
Objekt		Märkning Vänster I2L, Höger J2R					
Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007							
Packningsmetod	Diameter	Temp.	Provtjocklek				
Lab tillverkad	260x320mm	45° C	50 mm				
Prov	Spår djup [mm]	Medelvärde [mm]	Spår djup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	5,43	5,59	0,33	0,23	10,85		
Höger	5,75			0,23	11,51		

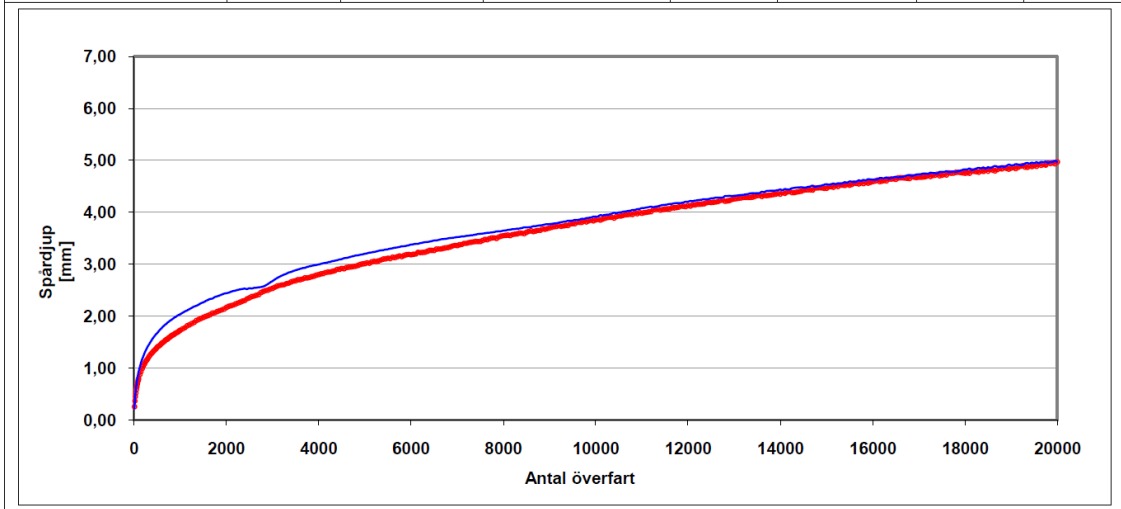
ANALYSRAPPORT Sidan 1 av 1

Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagningsdatum 2013-05-15	Analys start 2013-10-30
	Ankomstdatum	Analys slut 2013-10-30
Produkt ABS 16 70/100	Provtagningsplats	
Leverantör Asf. Verket Södertälje	Övrigt	
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagare	
Objekt	Märkning Vänster J1R, Höger H1R	

Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007

Packningsmetod	Diameter	Temp.	Provtjocklek
Labb tillverkad	260x320mm	45° C	50 mm

Prov	Spårdjup [mm]	Medelvärde [mm]	Spårdjup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	4,97	4,97	0,00	0,22	9,94		
Höger	4,97			0,21	9,94		



BILAGA 4 – Rapporten - laboratorium nr 2.

SKANSKA

Teknik Väg och Asfalt

RAPPORT

Provnummer

ANALYSRAPPORT				Sidan 1 av 1			
Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB		Provtagningsdatum 2013-05-15 Ankomstdatum		Analys start 2013-10-17 Analys slut 2013-10-18			
Produkt ABS 16 70/100 Leverantör Asf. Verket Södertälje Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB Objekt		Provtagningsplats Övrigt Provtagare Märkning Vänster K2R, Höger C2R					
Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007							
Packningsmetod Lab tillverkad		Diameter 260x320mm		Temp. 45° C		Provtjocklek 50 mm	
Prov	Spårdjup [mm]	Medelvärde [mm]	Spårdjup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	5,54	5,78	0,48	0,30	11,08		
Höger	6,02			0,31	12,04		

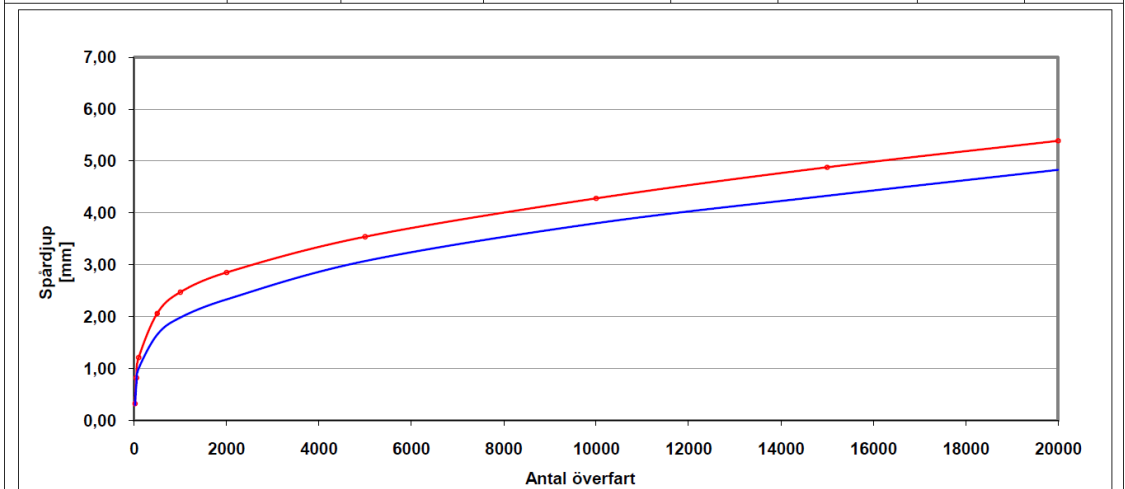
ANALYSRAPPORT Sidan 1 av 1

Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagningsdatum 2013-05-15	Analys start 2013-10-16
	Ankomstdatum	Analys slut 2013-10-17
Produkt ABS 16 70/100	Provtagningsplats	
Leverantör Asf. Verket Södertälje	Övrigt	
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagare	
Objekt	Märkning Vänster G1R, Höger H2R	

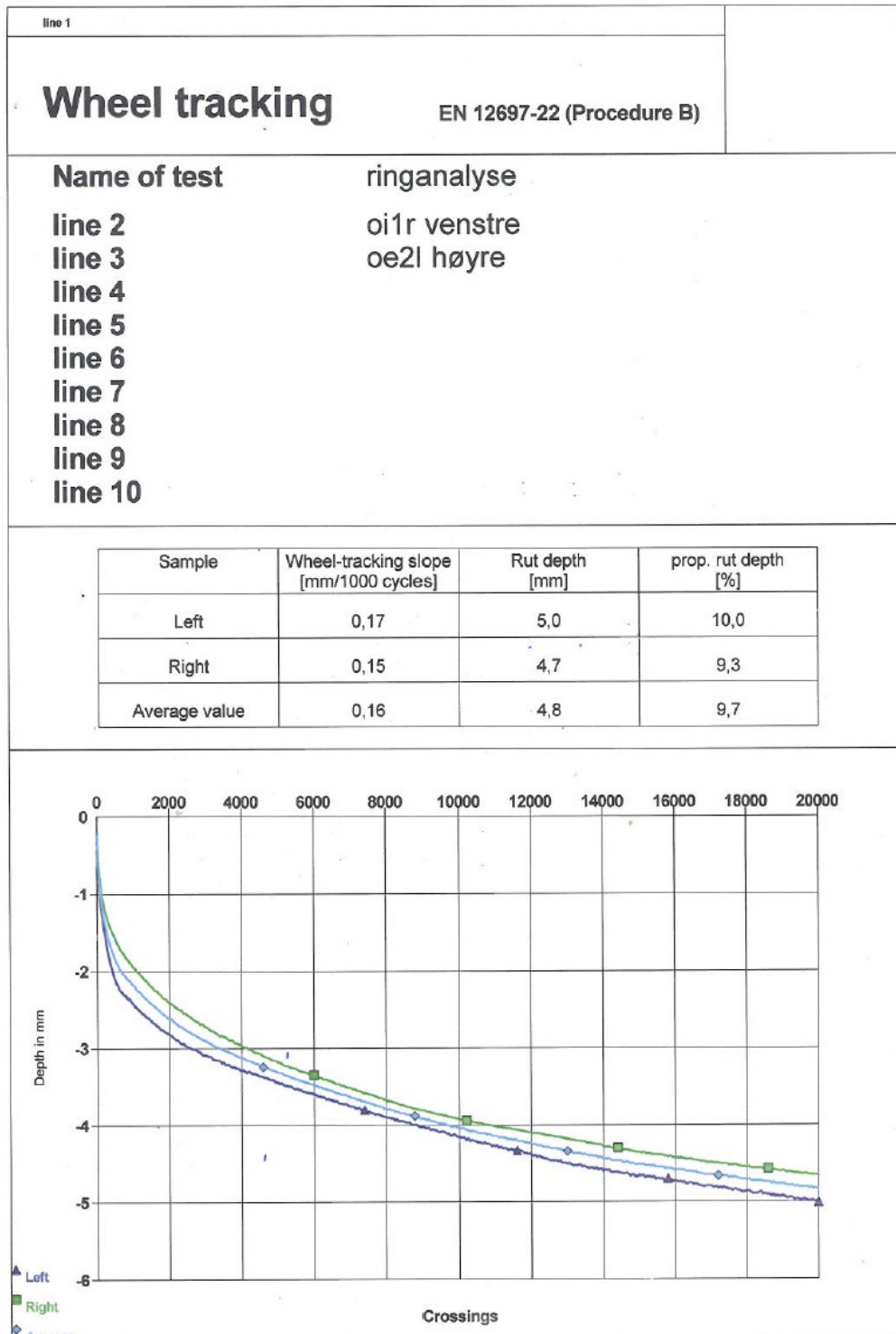
Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007

Packningsmetod	Diameter	Temp.	Provtjocklek
Lab tillverkad	260x320mm	45° C	50 mm

Prov	Spår djup [mm]	Medelvärde [mm]	Spår djup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	5,39	5,11	0,56	0,22	10,78		
Höger	4,83			0,21	9,66		



BILAGA 5 – Rapporten - laboratorium nr 3.



BILAGA 6 – Rapporten - laboratorium nr 4.

SKANSKA

Teknik Väg och Asfalt

RAPPORT

Provnummer

ANALYSRAPPORT		Sidan 1 av 1					
Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB		Provtagningsdatum 2013-05-15		Analys start 2013-10-17			
		Ankomstdatum		Analys slut 2013-10-18			
Produkt ABS 16 70/100		Provtagningsplats					
Leverantör Asf. Verket Södertälje		Övrigt					
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB		Provtagare					
Objekt		Märkning Vänster D1R, Höger E2R					
Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007							
Packningsmetod		Diameter		Temp.		Provtjocklek	
Labb tillverkad		260x320mm		45° C		50 mm	
Prov	Spårdjup [mm]	Medelvärde [mm]	Spårdjup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	4,53	3,91	1,24	0,11	9,06		
Höger	3,29			0,07	6,58		

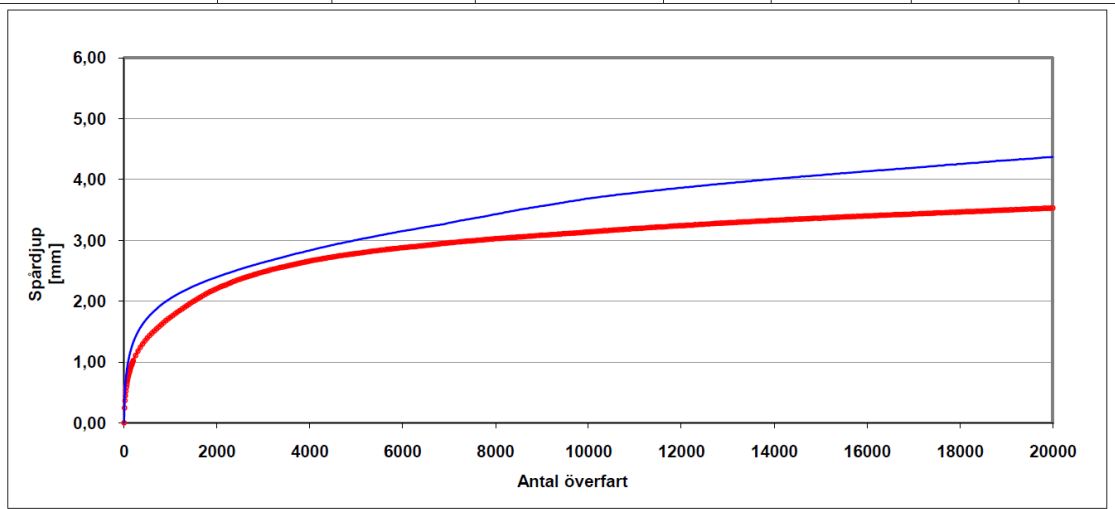
ANALYSRAPPORT Sidan 1 av 1

Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagningsdatum 2013-05-15	Analys start 2013-10-29
	Ankomstdatum	Analys slut 2013-10-30
Produkt ABS 16 70/100	Provtagningsplats	
Leverantör Asf. Verket Södertälje	Övrigt	
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagare	
Objekt	Märkning Vänster H2L, Höger I1L	

Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007

Packningsmetod	Diameter	Temp.	Provtjocklek
Lab tillverkad	260x320mm	45° C	50 mm

Prov	Spårdjup [mm]	Medelvärde [mm]	Spårdjup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	3,53	3,95	0,84	0,08	7,06		
Höger	4,37			0,14	8,74		



BILAGA 7 – Rapporten - laboratorium nr 5.

SKANSKA

Teknik Väg och Asfalt

RAPPORT

Provnummer

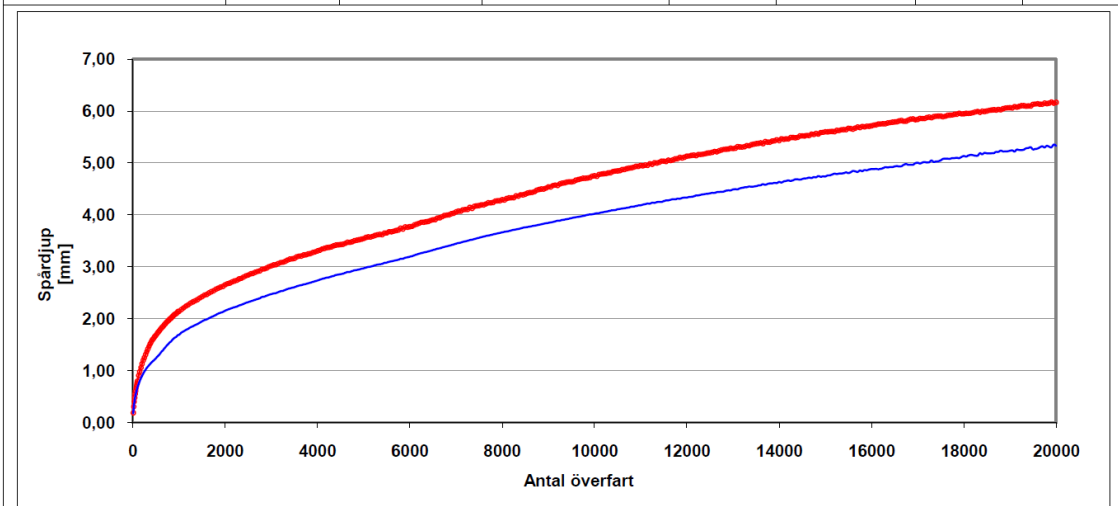
ANALYSRAPPORT Sidan 1 av 1

Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagningsdatum 2013-05-15	Analys start 2013-10-21
	Ankomstdatum	Analys slut 2013-10-22
Produkt ABS 16 70/100	Provtagningsplats	
Leverantör Asf. Verket Södertälje	Övrigt	
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagare	
Objekt	Märkning Vänster F2L, Höger F2R	

Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007

Packningsmetod	Diameter	Temp.	Provtjocklek
Lab tillverkad	260x320mm	45° C	50 mm

Prov	Spårdjup [mm]	Medelvärde [mm]	Spårdjup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	6,17	5,75	0,83	0,28	12,33		
Höger	5,33			0,26	10,67		



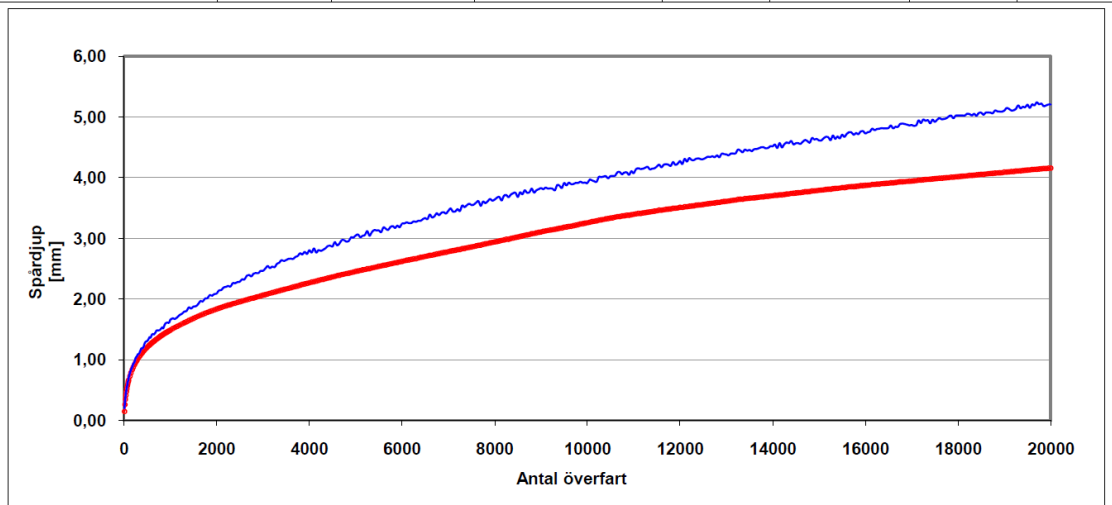
ANALYSRAPPORT Sidan 1 av 1

Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagningsdatum 2013-05-15	Analys start 2013-10-24
	Ankomstdatum	Analys slut 2013-10-25
Produkt ABS 16 70/100	Provtagningsplats	
Leverantör Asf. Verket Södertälje	Övrigt	
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagare	
Objekt	Märkning Vänster G1L, Höger D2R	

Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007

Packningsmetod	Diameter	Temp.	Provtjocklek
Lab tillverkad	260x320mm	45° C	50 mm

Prov	Spårdjup [mm]	Medelvärde [mm]	Spårdjup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	4,16	4,68	1,05	0,18	8,32		
Höger	5,21			0,26	10,41		



BILAGA 8 – Rapporten - laboratorium nr 6.

SKANSKA

Teknik Väg och Asfalt

RAPPORT

Provnummer

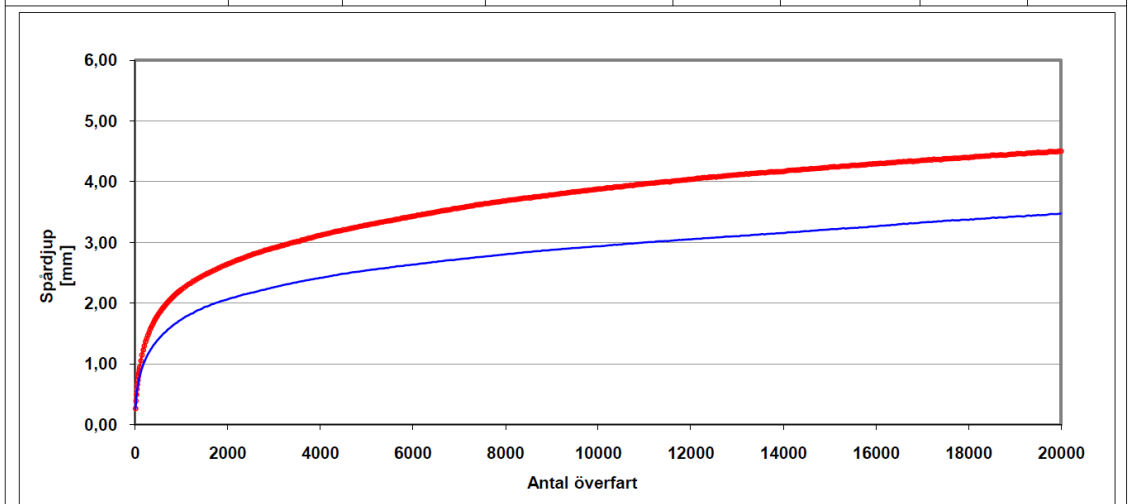
ANALYSRAPPORT Sidan 1 av 1

Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagningsdatum 2013-05-15	Analys start 2013-10-24
	Ankomstdatum	Analys slut 2013-10-25
Produkt ABS 16 70/100	Provtagningsplats	
Leverantör Asf. Verket Södertälje	Övrigt	
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagare	
Objekt	Märkning Vänster I2R, Höger J1L	

Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007

Packningsmetod	Diameter	Temp.	Provtjocklek
Labb tillverkad	260x320mm	45° C	50 mm

Prov	Spår djup [mm]	Medelvärde [mm]	Spår djup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	4,50	3,99	1,03	0,12	9,00		
Höger	3,48			0,11	6,95		



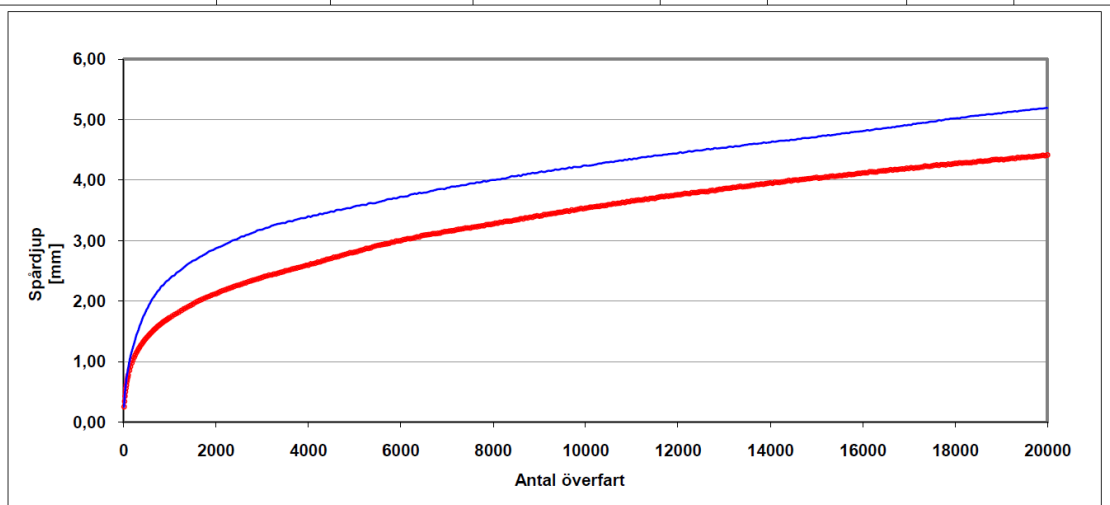
ANALYSRAPPORT Sidan 1 av 1

Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagningsdatum 2013-05-15	Analys start 2013-10-23
	Ankomstdatum	Analys slut 2013-10-24
Produkt ABS 16 70/100	Provtagningsplats	
Leverantör Asf. Verket Södertälje	Övrigt	
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagare	
Objekt	Märkning Vänster F1R, Höger H1L	

Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007

Packningsmetod Labb tillverkad	Diameter 260x320mm	Temp. 45° C	Provtjocklek 50 mm
--	------------------------------	-----------------------	------------------------------

Prov	Spårdjup [mm]	Medelvärde [mm]	Spårdjup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	4,42	4,81	0,78	0,18	8,83		
Höger	5,19			0,19	10,39		



BILAGA 9 – Rapporten - laboratorium nr 7.

SKANSKA

Teknik Väg och Asfalt

RAPPORT

Provnummer

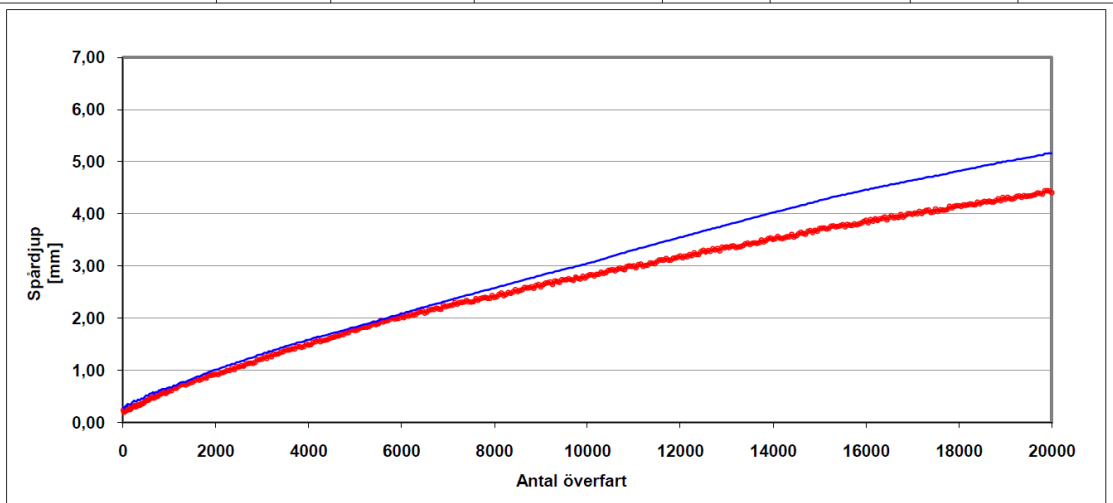
ANALYSRAPPORT Sidan 1 av 1

Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagningsdatum 2013-05-15	Analys start 2013-10-09
	Ankomstdatum	Analys slut 2013-10-10
Produkt ABS 16 70/100	Provtagningsplats	
Leverantör Asf. Verket Södertälje	Övrigt	
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagare	
Objekt	Märkning Vänster C1R, Höger K1L	

Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007

Packningsmetod	Diameter	Temp.	Provtjocklek
Labb tillverkad	260x320mm	45° C	50 mm

Prov	Spårdjup [mm]	Medelvärde [mm]	Spårdjup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	4,41	4,78	0,75	0,32	8,81		
Höger	5,16			0,42	10,32		



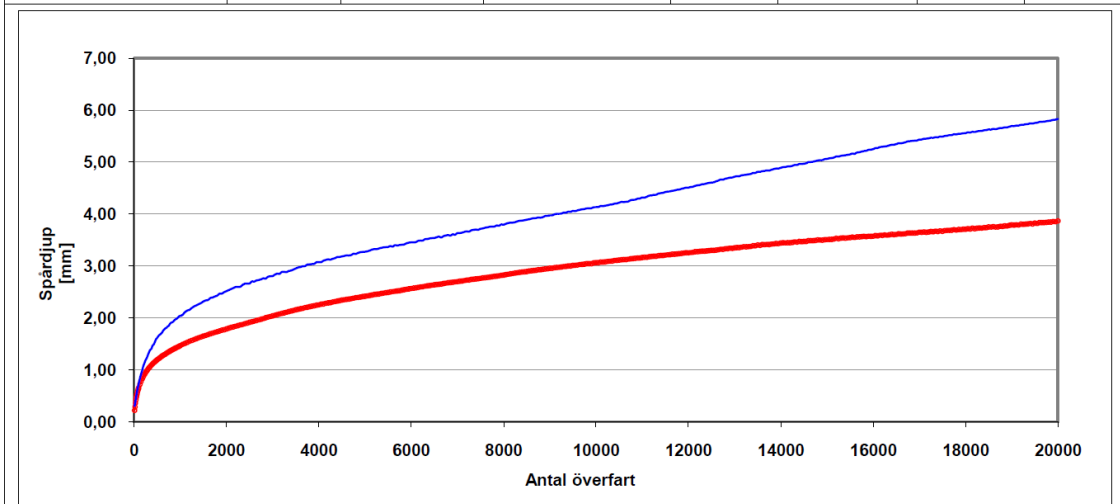
ANALYSRAPPORT Sidan 1 av 1

Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagningsdatum 2013-05-15	Analys start 2013-10-10
	Ankomstdatum	Analys slut 2013-10-11
Produkt ABS 16 70/100	Provtagningsplats	
Leverantör Asf. Verket Södertälje	Övrigt	
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagare	
Objekt	Märkning Vänster G2R, Höger F1L	

Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007

Packningsmetod	Diameter	Temp.	Provtjocklek
Lab tillverkad	260x320mm	45° C	50 mm

Prov	Spårdjup [mm]	Medelvärde [mm]	Spårdjup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	3,87	4,85	1,96	0,16	7,73		
Höger	5,83			0,34	11,66		



BILAGA 10 – Rapporten - laboratorium nr 8.

SKANSKA

Teknik Väg och Asfalt

RAPPORT

Provnummer

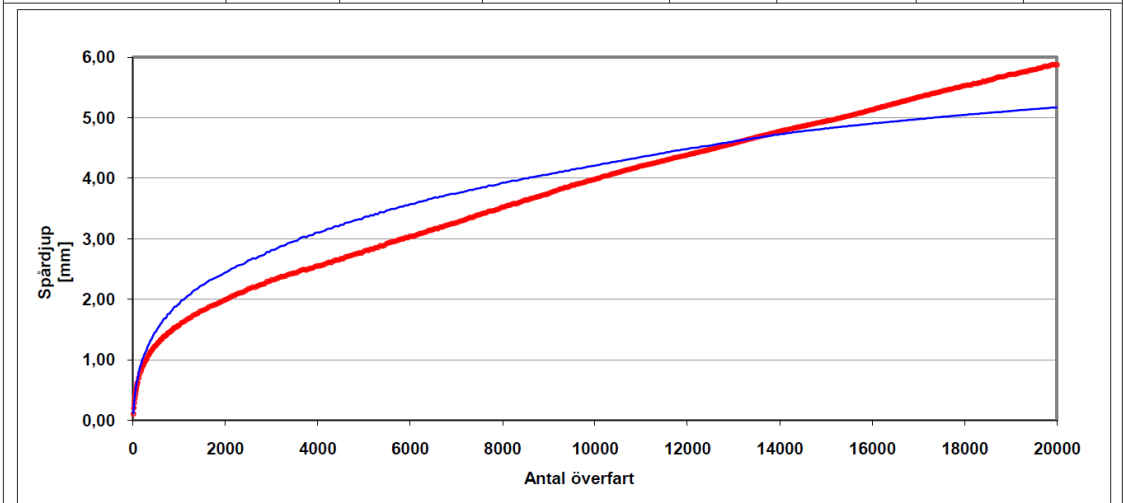
ANALYSRAPPORT Sidan 1 av 1

Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagningsdatum 2013-05-15 Ankomstdatum	Analys start 2013-10-24 Analys slut 2013-10-25
Produkt ABS 16 70/100	Provtagningsplats	
Leverantör Asf. Verket Södertälje	Övrigt	
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagare	
Objekt	Märkning Vänster C1L, Höger K1R	

Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007

Packningsmetod	Diameter	Temp.	Provtjocklek
Lab tillverkad	260x320mm	45° C	50 mm

Prov	Spårdjup [mm]	Medelvärde [mm]	Spårdjup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	5,88	5,52	0,71	0,38	11,75		
Höger	5,17			0,19	10,34		



ANALYSRAPPORT Sidan 1 av 1

Beställare Kenneth Olsson Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagningsdatum 2013-05-15	Analys start 2013-10-23
	Ankomstdatum	Analys slut 2013-10-24
Produkt ABS 16 70/100	Provtagningsplats	
Leverantör Asf. Verket Södertälje	Övrigt	
Entreprenör Skanska Asfalt & Betong AB	Provtagare	
Objekt	Märkning Vänster M2L, Höger M2R	

Wheel tracking test enl. SS-EN 12697-22:2004+A1:2007

Packningsmetod Labb tillverkad	Diameter 260x320mm	Temp. 45° C	Provtjocklek 50 mm
--	------------------------------	-----------------------	------------------------------

Prov	Spårdjup [mm]	Medelvärde [mm]	Spårdjup skillnad vänster o höger	WTS _{AIR} mm/1000 Cy	PRD _{AIR} %	WTS _w mm/1000 Cy	PRD _w %
Vänster	4,62	4,74	0,24	0,18	9,25		
Höger	4,86			0,23	9,73		

