

SBUF-Projekt

Datum
2010-11-04

Författare
Patryk Gorski – Skanska

Skanska Sverige AB
Teknik – Väg och Asfalt
Box 49
123 21 Farsta

Beteckning
11904

Vidareutveckling av Prallmetoden



Förord

Projektet genomfördes dels vid Vägtekniskt Centrum i Farsta samt vid VTI i Linköping. Båda arbetsplatser tillhandahöll noggrant genomförda analyser på utrustning samt material vid försöken att vidareutveckla prallmetoden.

Projektet delfinansierades av SBUF, Skanska Sverige AB och Trafikverket. Referensgruppen bistod med sin kännedom kring problematiken kring repeterbarheten samt reproducerbarheten.

Stockholm november 2010

Patryk Gorski

Projektledare

Styrgruppen och referensgruppen har bestått av följande personer:

Patryk Gorski, Skanska

Leif Viman, VTI

Hamid Sedaghati, Skanska

Kenneth Olsson, Skanska

Torbjörn Jakobson, VTI

Mats Wendel, Trafikverket

Innehållsförteckning

1.	BAKGRUND	6
2.	SYFTE	7
3.	GENOMFÖRANDE	8
3.1	LABORATORIEBLANDNING	8
4.	FÖRSTA RINGANALYSEN - ENSKILDA VÄRDEN	10
4.1	FÖRSTA RINGANALYSEN - MEDELVÄRDEN	12
4.2	FÖRSTA RINGANALYSEN - VARIATIONSKOEFFICIENT	14
5.	ANDRA REFERENSMATERIAL	19
5.1	ASFALT	20
5.2	STENPLATTOR	21
5.3	BETONG	23
6.	ANDRA RINGANALYSEN	24
7.	SÄNKNING AV VARVTAL	26
8.	MODIFIERING AV PRALLUTRUSTNING	27
8.1	UTVÄRDERING EFTER OMBYGGNING	28
9.	SLUTSATS OCH REKOMENDATION	29
10.	REFERENSER	30

BILAGOR

SKISS OMBYGGNING
LISTA ÖVER PRALLMASKINER

Sammanfattning

Projektet inleddes med en förstudie för att få mer erfarenheter från tidigare forskning kring prallmetoden. Arbetet fortsatte sedan med att vidareutveckla prallmetoden och en översyn av metodbeskrivningen. Därefter efterföljdes laboratorieundersökningar av stenmaterial, labblandning av provbeläggningar och instampning av marshallpackade provkroppar.

Ringanalyser utfördes med syfte att mäta spridningarna mellan laboratorierna samt spridningarna mellan enskilda resultat på samma laboratorium. Tidigare undersökningar och resultaten från den första ringanalysen i denna rapport visade att precisionen bland laboratorierna varierade en del, speciellt massor med grövre stenstorlek.

Detta klargjorde att massor med grövre stenstorlekar har svårare att upprepa samma värde inom en provserie, dvs. repeterbarheten var ganska låg, vissa fall lägre än reproducerbarheten. Reproducerbarheten mellan de 6 olika laboratorierna i den första ringanalysen var relativt bra förutom en maskin som visade signifikant lägre medelvärden än de övriga 5 utrustningarna. Detta laboratorium uppmanades att se över sin utrustning och utreda olikheter mot metodbeskrivning.

Förslag till åtgärder för att förbättra metodens precision var att studera varje parameter var för sig (kulstorlek och antal kulor, vattenflöde, frekvens, slaghöjd m.m.). Men även parametrar som har inverkan på utrustningen, t.ex. stålqualität och lagertoleranser m.m.

VTC Nord i Farsta såg över sin Prallutrustning rent mekaniskt för att klargöra vilka delar som var de svaga länkarna. Vissa befintliga delar i maskinen ersattes med mer hållfastare material med hjälp av VTI:s maskinverkstad i Linköping. Utbytet resulterade i att vibrationerna från maskinen avsevärt minskade samt att tiden innan delarna måste bytas ut kraftigt har förlängts.

Ett stort arbete har lagts ned på att försöka hitta en referensprovkropp för användning i ringanalyser. Projektet har kommit fram till att den bästa referensen är att använda sig av ABS16 med ett välkänt och välgraderat stenmaterial där det förväntade Prall-värdet ligger kring 30 ml. Den andra ringanalysen med detta material visar också att spridningarna mellan de olika utrustningarna var mycket små.

Projektet i sin helhet, dels utfört hos Skanska och dels utfört hos VTI, har lett till värdefull information för en kommande metodhandledning som medför en förbättring och utveckling av Prall-metoden.

1. Bakgrund

Slitaget från dubbtrafiken ökar pga. mer trafik och ett optimalt val av slitlagerbeläggningsen blir allt viktigare utifrån partikelgenerering, buller och teknisk livslängd. Relevanta och funktionsinriktade metoder behövs.

Under ett antal år har den funktionella mätmetoden Prall (FAS Metod 471, EN 12697–16) använts som metod för att beskriva asfaltbeläggningsens slitagemotstånd. Prall-metoden har visat mycket goda korrelationer mot VTI:s provvägsmaskin (PVM) som i sin tur ger ett bra riktvärde vad som händer med asfaltbeläggningsarna ute på vägen.

Idag finns ett 20-tal Prallutrustningar runt om i Sverige och det har under en tid varit känt att Prallutrustningar vid olika laboratorier ger skilda resultat vid ringanalyser. Dels är det svårt att få till bra reproducerbarhet pga. olika fabrikat men också för att maskiner slits olika fort vilket kan påverka provningsresultaten.

Alla analysmetoder med asfaltmassor har en viss spridning men i prallmetodens fall har det varit störst problem med borrhärnor. Man har inte haft samma problem med marshallpackade provkroppar vid ringanalyser. Målet har varit att så småningom gå ifrån borrhärnor och istället använda sig av marshallpackade i den mån det är möjligt, samt att kunna använda sig av ett referensmaterial för att mäta reproducerbarheten mellan laboratorier och repeterbarhet inom laboratorier.

I denna rapport undersöktes parametrar som kan ha inverkan på prallvärdet, samt vilka beståndsdelar som kan behövas åtgärdas för att få till jämnare resultat.

2. Syfte

Prall är en metod som ger en bra tillståndsbedömning av en slitlagerbeläggning — och dess förmåga att motstå dubbdäckstrafik. Syftet med detta projekt har varit att eliminera punkter i utrustningen som stör provningen samt påverkar maskinens tillstånd.

Det finns behov av att vidareutveckla prall-metoden för att erhålla en bättre reproducerbarhet (resultatspridning mellan laboratorier). En översyn av metoden behöver göras. Slagfrekvensen kan behöva sänkas så att inte maskinen och provkropparna skadas eller slits i onödan. En översyn av de kriterier för Prall som finns i metodbeskrivningen (t.ex. stålkulornas vikt) och en referensprovkropp för kalibrering av utrustningen behöver tas fram. Ett problem som måste lösas innan man börjar jämföra skillnader mellan maskiner är att ha provkroppar som är identiska, en tydlig referens i den mån detta är möjligt.

En stor del av arbetet har genomförts i samarbete med VTI. VTI:s arbete redovisas i en separat rapport (VTI-notat). De förslag och förändringar som de båda rapporterna behandlat kommer att införas i en metodhandledning för användning av Prallmetoden i Sverige.



Figur 1. Skillnader i utformning av prallutrustning.

3. Genomförande

Då prallmetoden har visat sig ha en spridning mellan de olika utrustningarna som finns i landet, har det funnits ett behov av att ta fram ett homogent material som kan agera referensprovkropp. I vanliga fall använder man sig av ringanalyser med olika typer av asfaltprovkroppar som skickas runt till labben. Asfalten i sig innehåller stor spridning i materialet vilket innebär att spridningar kommer att uppstå oavsett hur maskinen är konstruerad. I detta projekt har två mindre ringanalyser genomförts med sex deltagande laboratorier vid både omgångarna. Laboratorierna har valts så att de olika maskintyperna har varit representerade. Två maskiner är tillverkade av MG-maskin. Två maskiner är tillverkade av Westmecan. En maskin är tillverkad av Scanmachine och en är tillverkad av VTI.

I den första ringanalysen har fyra olika massatyper provats, ABS16, ABS 11, ABT 16 med stenmaterial av hög kvalitet. Den sista asfaltbeläggningsen har varit av typen ABT 4. Vid ett senare skede i projektet utförde man ytterligare en ringanalys med ABS16 och ett välkänt och graderat stenmaterial. Anledningen till dessa val är att man ville hitta någon form av referensmassa som är homogen och därmed genererar en hög repeterbarhet när man genomför kontroll av sin maskin. Om man i framtiden har så kallade referensprovkroppar som i sig genererar en hög repeterbarhet kan man fånga upp de eventuella fel som maskinen tillför provresultatet i högre grad.

3.1 Laboratorieblandning

Asfaltmassorna laboratorieblandades och provkropparna stampades in i en så kallad marshallstamp för att få så homogena provkroppar som möjligt. Provningen av Prall har genomförts efter gällande EN 12697-16. För att undvika variationer på provkropparnas ytstruktur har Prall-provningen utförts på den sågade ytan.



Figur 2. Laboratorieblandaren på VTC Nord i Farsta.

Fyra provkroppar från varje serie skickades ut vid första ringanalysen till respektive labb för analys av prallnötningen. Dessa undersöktes genom ändrat varvtal på utrustningen, samtidigt som körtiden för provningen varierades. Därutöver kom betydelsen av vikten på stålkulorna att utredas. Även vid den andra ringanalysen (ABS16) skickades fyra provkroppar till varje labb, totalt 6 laboratorier där man analyserade skrymdensiteten och prallvärdet.



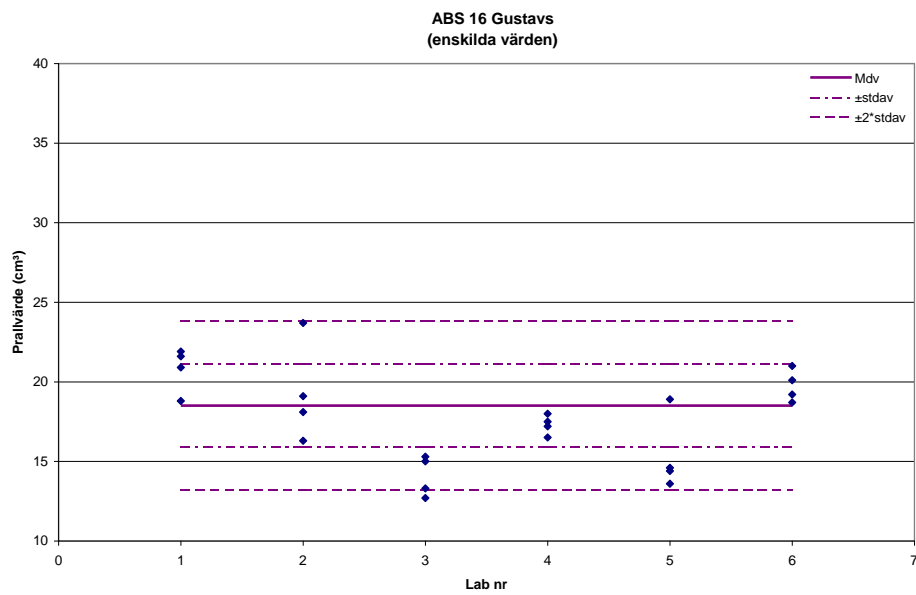
Figur 3. Laboratorieblandad asfaltmassa packas.



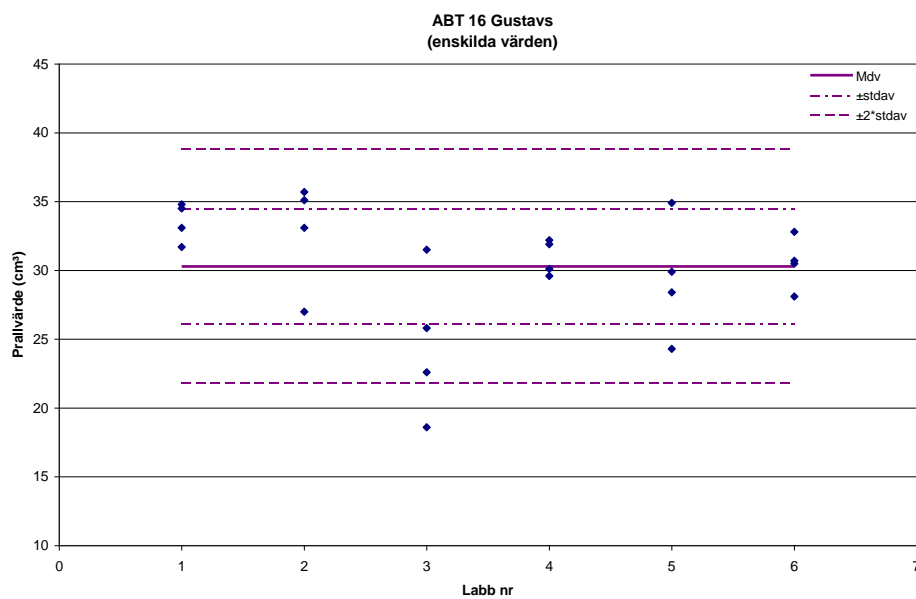
Figur 4. Laboratorieblandad asfaltmassa i stålform.

4. Enskilda värden - första ringanalysen

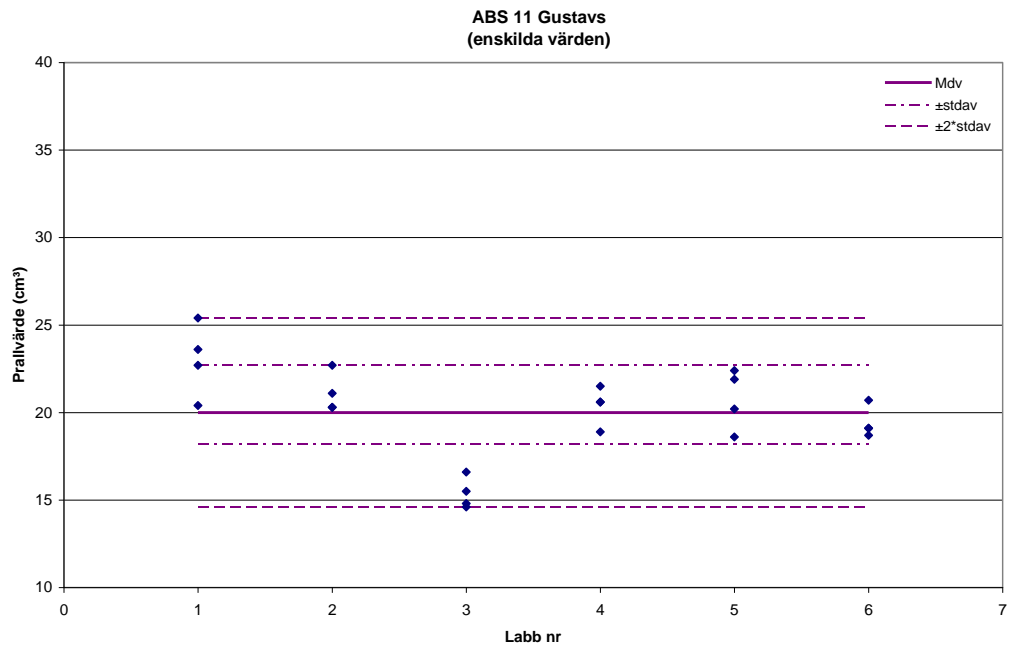
Av figurerna över enskilda värden framgår det att några av laboratorier har ganska stor spridning mellan sina fyra provkroppar. Skillnaderna i skrymdensitet mellan de olika provkropparna kan betraktas som låg varvid spridningarna till stor del är beroende av att provkropparna är inhomogena, dvs antalet stora stenar varierar mellan de olika provkropparna samt att de stora stenarna inbördes kan vara av olika hårdhetsklasser.



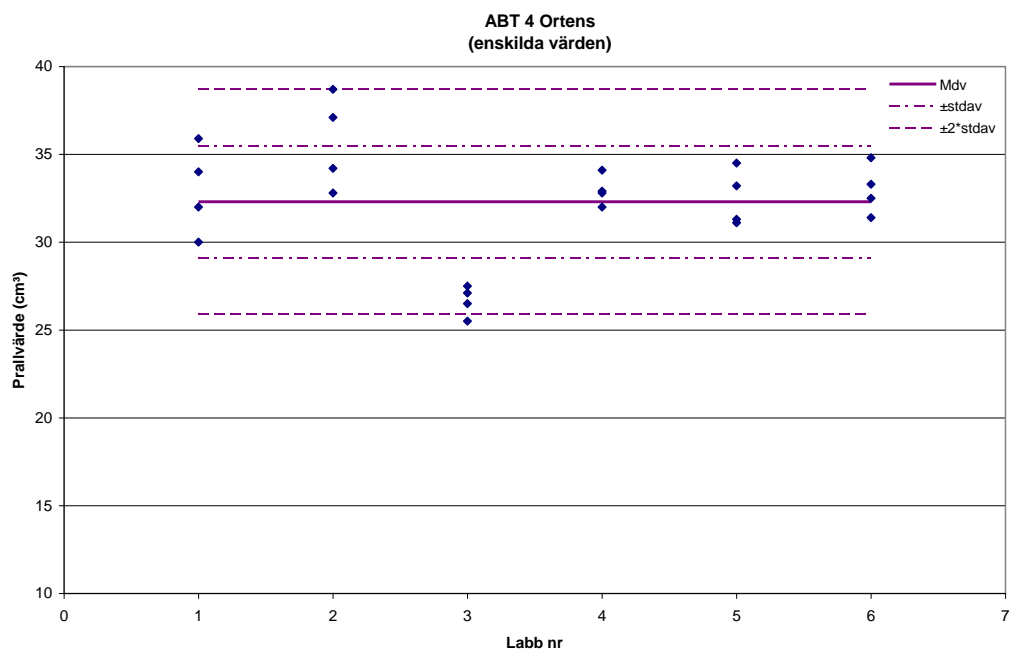
Figur 5. Enskilt värde för ABS 16 Gustavs, (fyra provkroppar)



Figur 6. Enskilt värde för ABT 16 Gustavs, (fyra provkroppar).



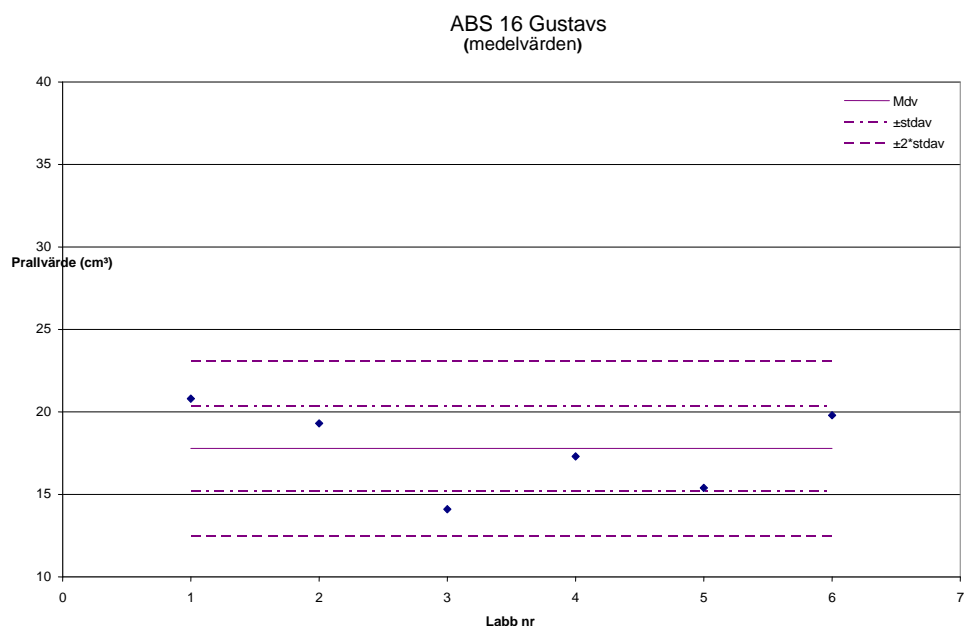
Figur 7. Enskilt värde för ABS 11 Gustavs, (fyra provkroppar)



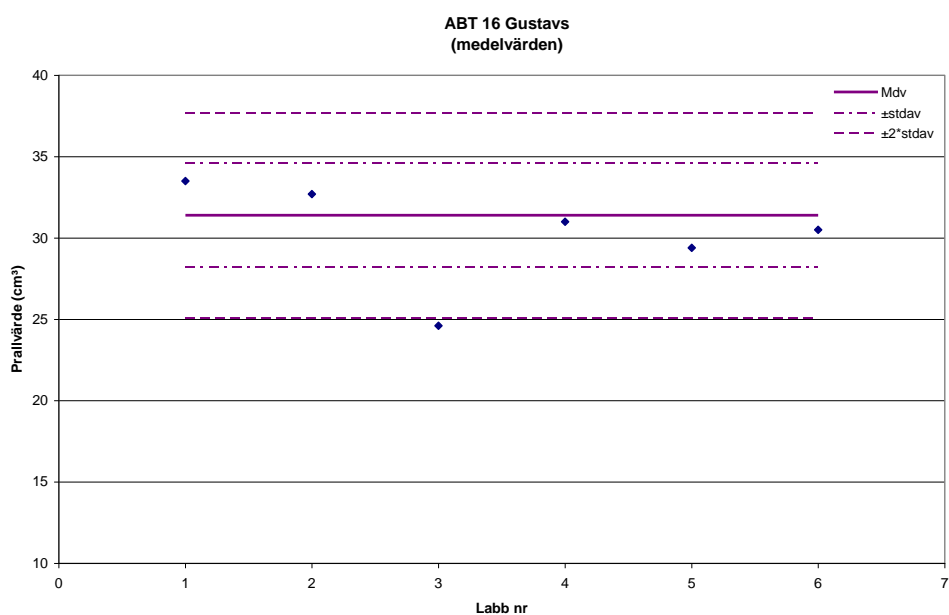
Figur 8. Enskilt värde för ABT 4 Ortens, (fyra provkroppar)

4.1 Medelvärden - första ringanalysen

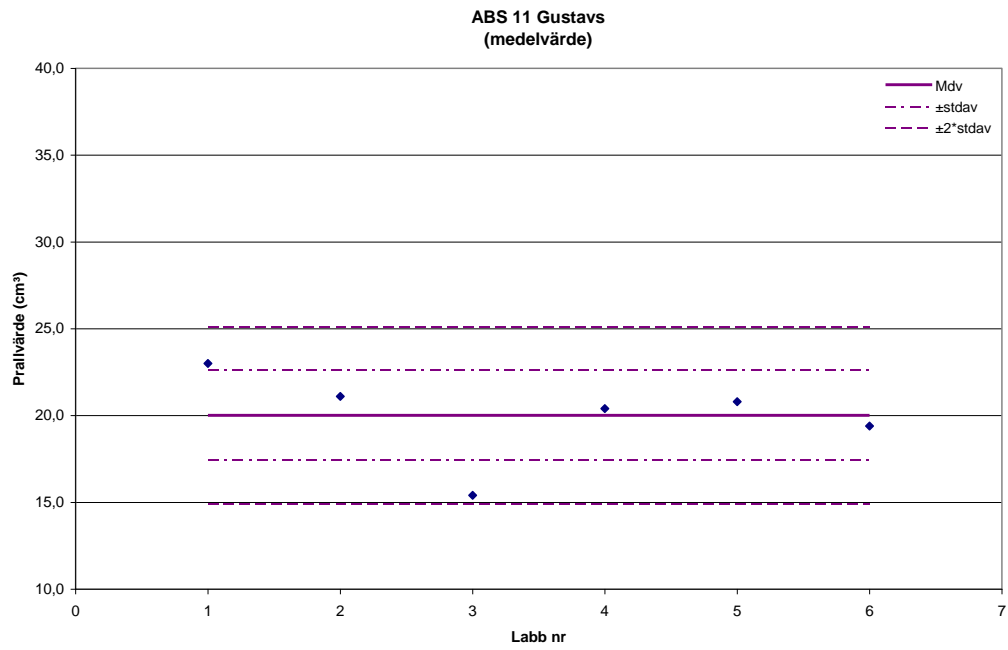
Figurerna för medelvärde visar en viss systematik. Variationen mellan laboratorierna ligger mellan 9 och 15 % där ABT 4 har lägst variation och ABS 16 har högst. Labb nr 3 visar generellt ett mycket lägre medelvärde än övriga labb oavsett massatyp. Detta är en maskin tillverkad utanför Sverige och en noggrannare genomgång av maskinen har utförts av VTI för att stämma av vissa olikheter mellan de övriga utrustningarna.



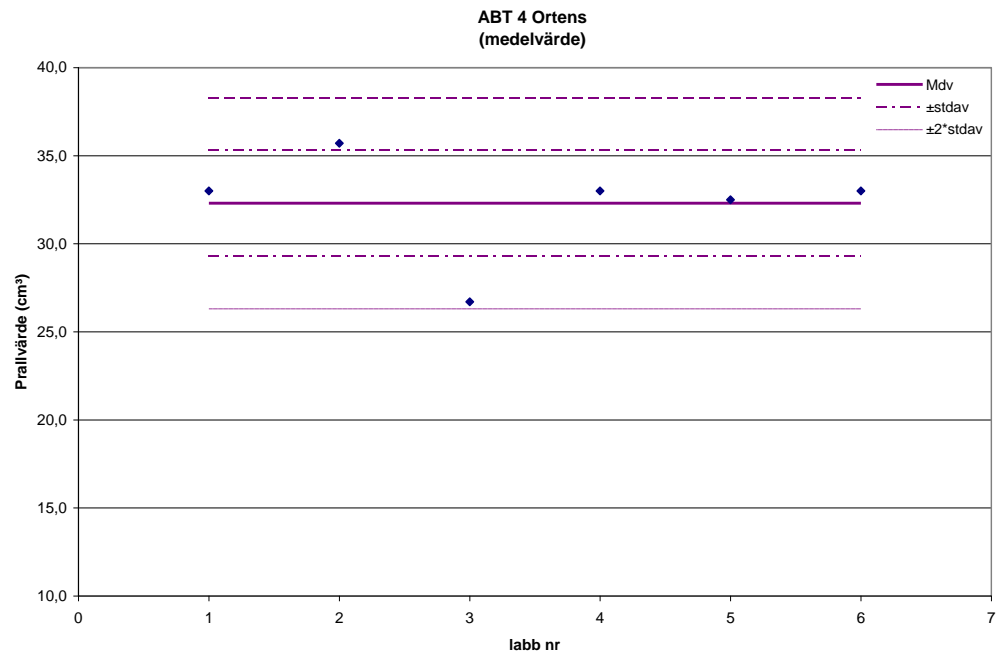
Figur 9. Medelvärde för ABS 16 Gustavs.



Figur 10. Medelvärde för ABT 16 Gustavs.



Figur 11. Medelvärde för ABS 11 Gustavs.



Figur 12. Medelvärde för ABT 4 Ortens.

Laboratorie nummer 3 innehar en skiljande prallmaskin gentemot de andra och ger därmed det mest avvikande resultatet.

Utesluter man denna utrustning och tittar på spridningarna mellan medelvärdet för de fem resterande laboratorierna så är skillnaderna små. Alla laboratorierna ligger då i stort sett med sitt medelvärde inom 1*standardavvikelsen. (Se Figur 13.)

Provtyp \ Lab	1	2	4	5	6	Medel	Stdavv.
ABS16 gustavs	21	19	17	15	20	18,5	2,2
ABS11 gustavs	23	21	20	21	19	20,9	1,3
ABT16 gustavs	34	33	31	29	31	31,4	1,7
ABT4 ortens	33	36	33	33	33	33,4	1,3

Figur 13. Medelvärde och spridning utan den avvikande maskintypen från lab 3.

4.2 Variationskoefficient - första ringanalysen

De inbördes variationskoefficienter som visas i figurer nedan visar att ett labb generellt har en låg variationskoefficient (labb 4). Vad gäller höga variationskoefficienter varierar det mellan olika massatyper. För massatyperna med större stenstorlek har (ABS 16 och ABT 16) några laboratorier ganska stora variationer som inte syns med de finkorniga massatyperna. I vissa avseenden överskrider de den tolerans på 15 % som anges i metod FAS 471.

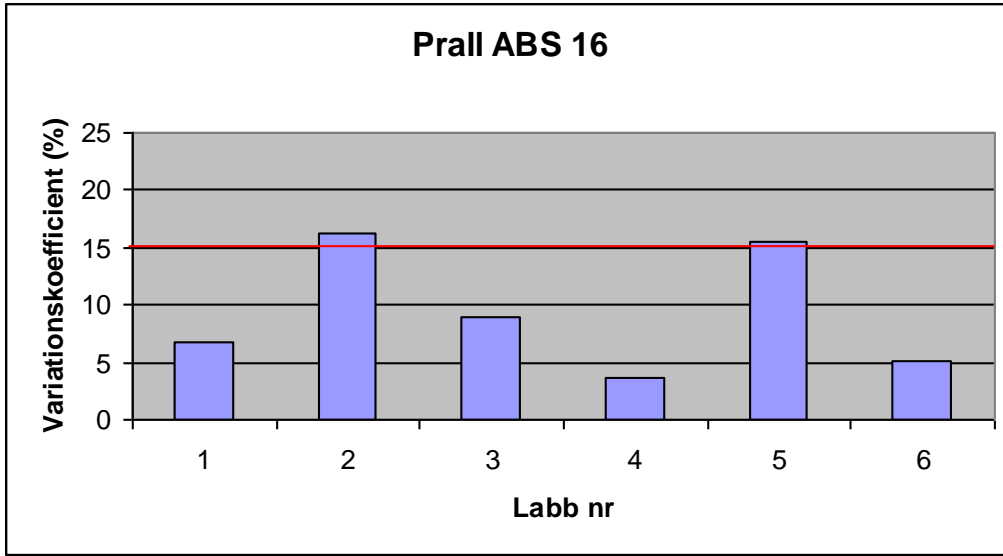
Däremot har några laboratorier mycket goda variationskoefficienter mellan 3-4 % på dessa grovkorniga massor. För de finkorniga massorna är variationskoefficienten generellt lägre. Detta har i sin tur lett till en mindre spridning mellan laboratorerna.

En helt homogen massa, där alla provkroppar är identiska, skulle ge exakt samma resultat endast om alla maskiner var identiska. Så variationer inom en provserie med en maskin är därmed beroende av maskinens beskaffenhet att upprepa samma påverkan och slitage på varje provkropp.

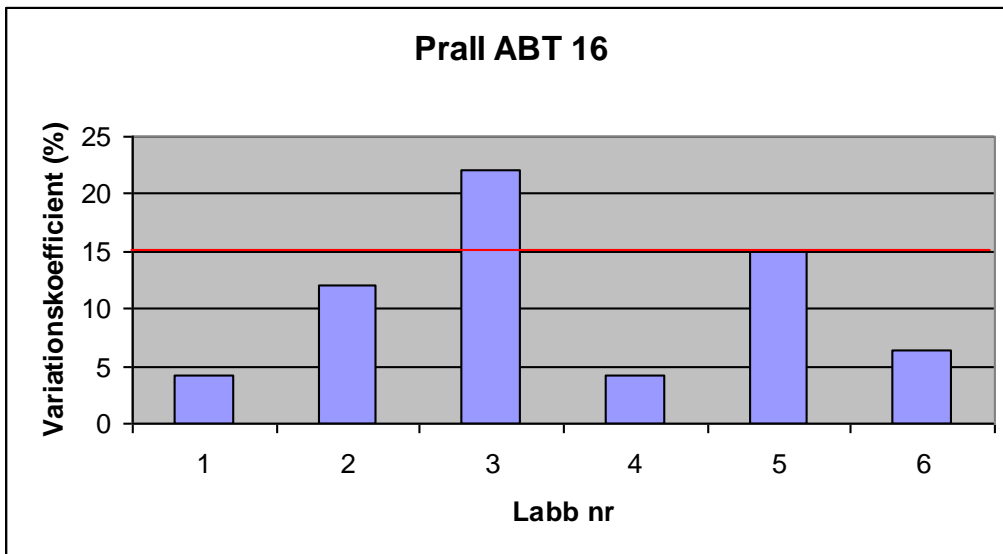
Variationen mellan de olika labbens medelvärde för ABT 4 är 9 %. Variationskoefficienterna inom varje labb ligger mellan 2,6–7,7 %. Detta innebär att skillnaderna mellan de olika maskinernas slitage på provkropparna är större än de enskilda maskinernas förmåga att repetera samma resultat. Det är alltså större benägenhet att få olika resultat vid olika labb än att prova två serier på samma maskin.

För ABS 16 har variationen mellan de olika laboratoriernas medelvärden varit 15 % vilket är gränsen för metodens tolerans för en provningsserie. Här är variationen även större inom labben. Labb nr 4 har en variationskoefficient på 3,6 och labb nummer 2 har en variation på 16,3%.

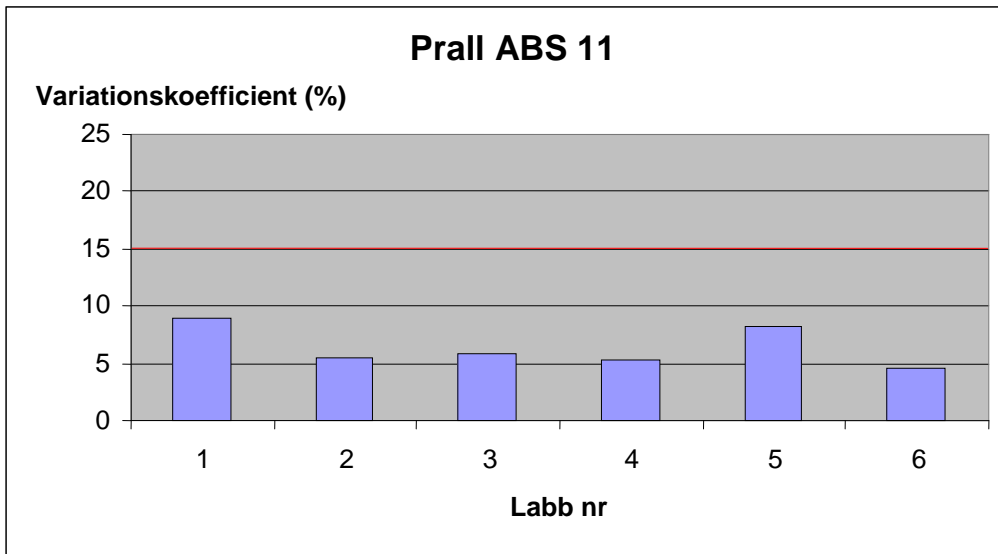
För ABT 16 gäller det samma men labb nummer 3 har en variation på 22 %. Variationen mellan labbens medel värde är 11 %. Det betyder alltså att man har lika stor chans att få samma resultat inom ett labb som mellan flera labb. ABS 11 massan har ganska låga variationer mellan 4 och 9 %. Variationen för de olika labbens medelvärde är 13 %.



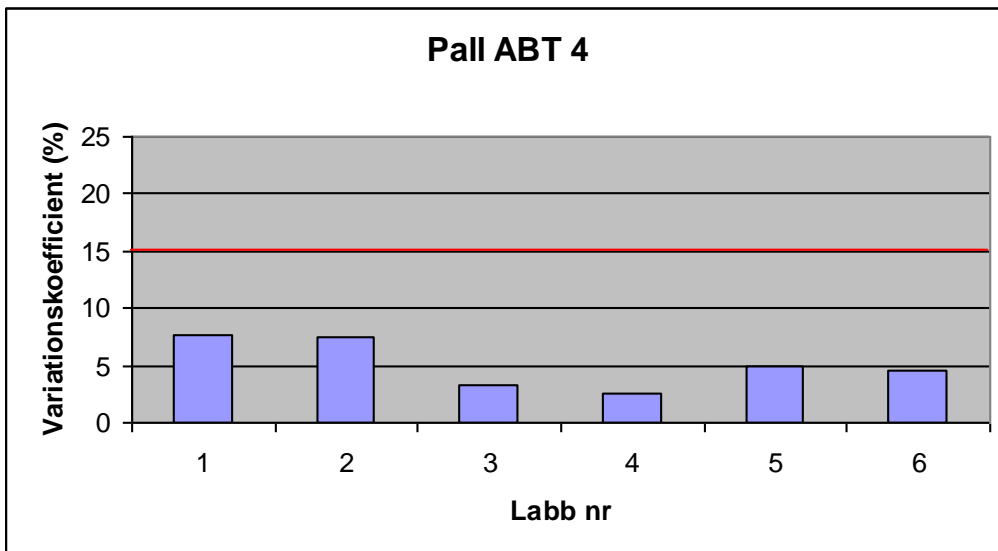
Figur 14. Variationskoefficient för ABS 16.



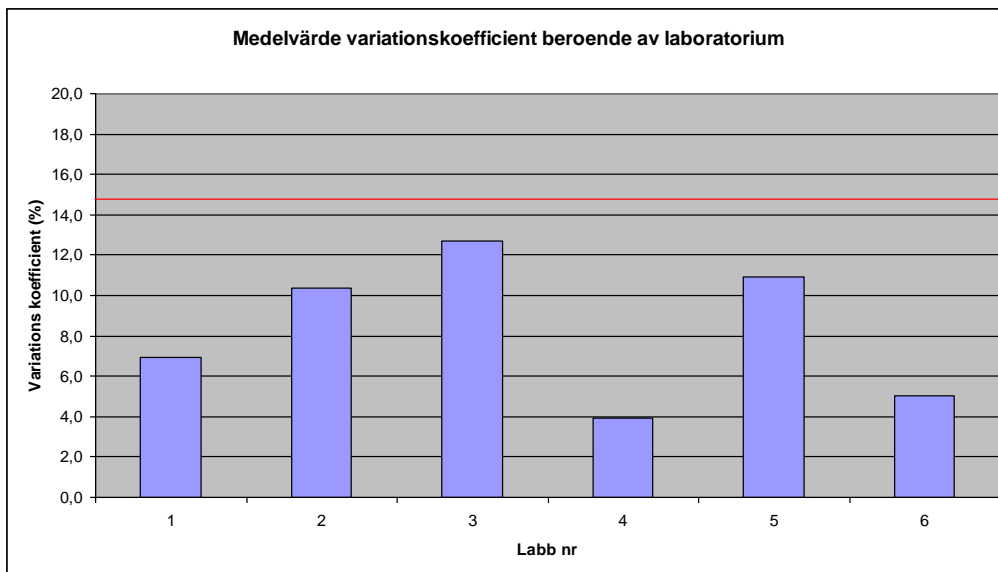
Figur 15. Variationskoefficient för ABT 16.



Figur 16. Variationskoefficient för ABS 11.



Figur 17. Variationskoefficient för ABT 4.



Figur 18. Medelvärde variationskoefficient enskilt laboratorium.

I diagrammet ovan ser vi en sammanställning av variationskoefficienternas medelvärde för varje enskilt labb. I diagrammet kan vi se att tre labb generellt har en högre variationskoefficient och tre labb har något lägre. Värt att notera för asfaltmassan ABT 4 är att medelvärdet blev mycket lågt vilket tros bero på en hög bindemedelshalt och låga hålrumsalter i provkropparna.



Figur 19. ABT 4 efter prallkörning

5. Andra referensmaterial

Då prallmetoden har visat sig ha en spridning mellan de olika utrustningarna som finns i landet har det funnits ett behov av att ta fram ett homogent material som kan agera referensprovkroppar. I vanliga fall använder man sig av ringanalyser med olika typer av asfaltprovkroppar som skickas runt till labben.

Asfalten innehåller i sig en stor spridning i materialet vilket innebär att spridningar kommer att uppstå oavsett om maskinerna är likvärdiga eller inte. Analyser med asfaltmassor, betongprov och diverse stenplattor med olika bergarter testades för att få fram ett referensmaterial.



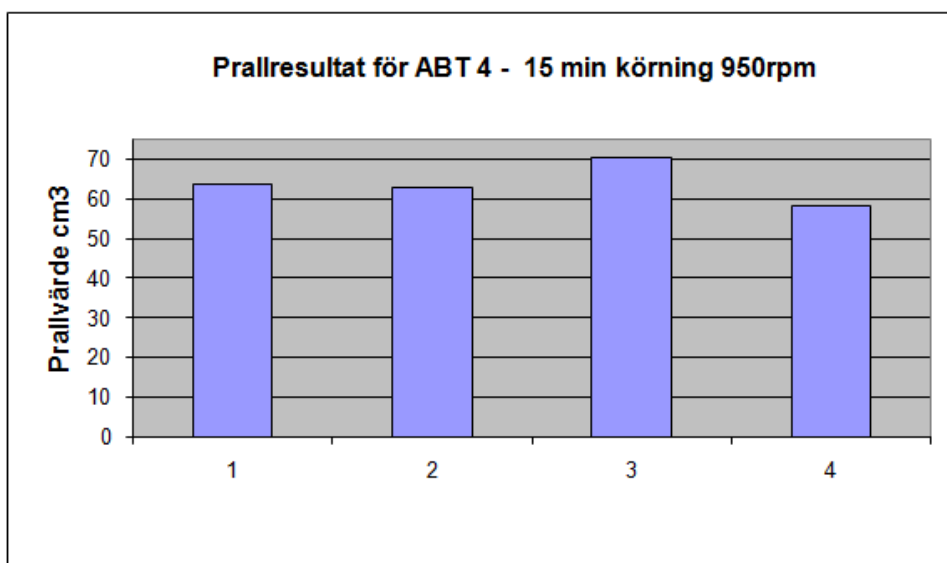
Figur 20. Referensprovkroppar

5.1 Asfalt

ABT 4 massan genererade en god repeterbarhet i den första ringanalysen vilket öppnade upp för en vidare studie för möjlig användning som referens vid kalibrering av maskiner. ABT 4 uttogs från ett asfaltverk och ett antal provkroppar marshallpackades på laboratoriet.



Figur 21. ABT 4



Figur 22. Bestämning av nötningsmotstånd med ABT 4.

Resultaten var inte tillfredsställande eftersom de enskilda resultaten varierade för mycket. I jämförelse med första ringanalysen så var slitaget dubbelt så stort trots samma stenmaterial vilket bidrog till att de enskilda resultaten varierade för mycket för att vara en bra referens. Orsaken tros vara en högre hålrumshalt samt ett lägre bitumeninnehåll.

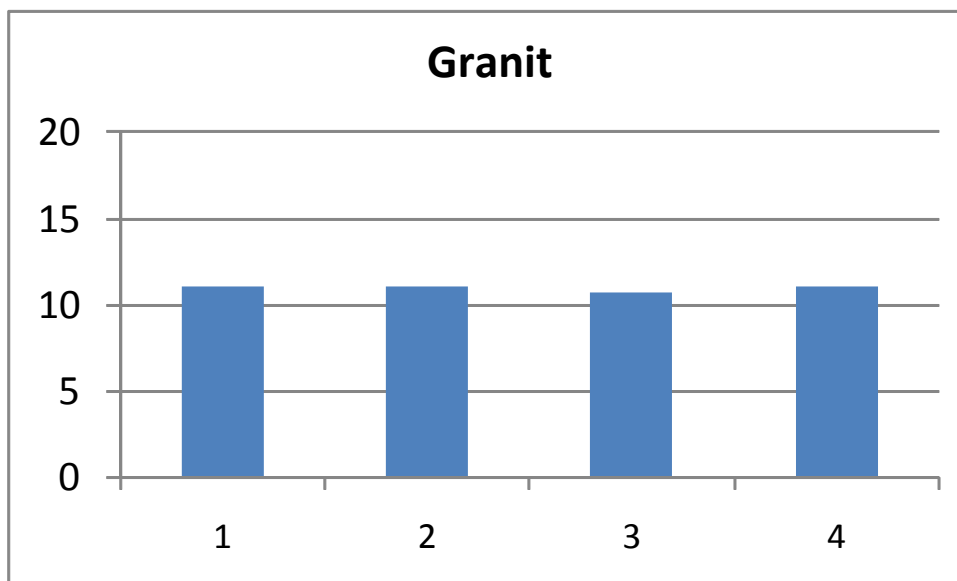
Detta visar att en och samma massatyp kan variera i nötningsslitage enligt Prall beroende på hur den tillverkats.

5.2 Stenplattor

Den första stenplattan var av en medelkornig grå granit. Materialet inhandlades på en byggvaruhushandel i skivor om 30 mm vilket passade utmärkt då behandlingen av provkropparna minimerades, *se Figur 23*. Provkropparna behövde endast borrar ut ur stenslivorna. Stenprovkropparna visade sig vara mycket homogena och slitaget låg efter 15 minuter på ca 11 ml. Variationskoefficienten blev endast 1,5%. Eftersom Prall-nivåerna på asfaltbeläggningar normalt ligger mellan 20-40 ml så var denna referens något för bra.



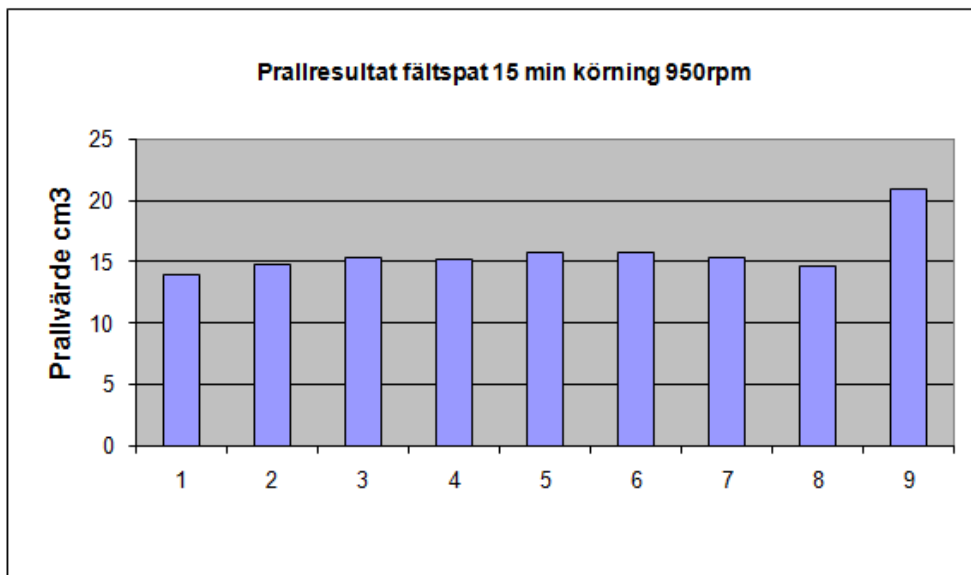
Figur 23. Granit



Figur 24. Enskilda värden på stenplatta Granit.

Den andra stenplattan som provades bestod av en mörk fältspat. I detta fall låg Prall-nivån något högre (ca 15 ml). För att studera hur slitaget varierade under ett antal körningar så provades en provkropp med återkommande cykler på 15 minuter tills provkroppen föll sönder. Resultaten visar mycket jämna värden och att provkroppen höll i 8st analyser. Detta skulle innebära att samma referensprovkropp skulle kunna användas ett antal gånger för att internkontrollera sin egen utrustning.

Fortfarande var Prallresultatet något lågt i jämförelse mot vad som förväntas ute på asfaltbeläggningarna.



Figur 25. Mindre spricka uppkom vid 8 körning och vid 9 körning sprack den helt.

Även en stenplatta med kalksten testades men man fann efter några tester att det var ett för poröst referensmaterial. Problemet var att bergarten inte var tillräckligt hård, och sprack väldigt tidigt i testförsöken.

5.3 Betong

Betongen som användes hade en stenmax på 4mm och de tillverkades på laboratoriet i formar. Betongen fick härda i 28 dygn innan provkropparna kapades i ordning för analys.

Spridningarna blev alldeles för stora mellan de enskilda resultaten så några fler studier utfördes ej.



Figur 26 Betongprovkropp med stenmax 4 mm.

6. Andra ringanalysen

Eftersom inget av de provade tänkta referensmaterialen uppvisade Prall-nivåer i närheten av vad som normalt analyseras så övergick vi till att fokusera på ABS 16 70/100, med en stenkvalitet som är ensartad och som skall motsvara ett prallvärde på ca 30 ml. För att få så lite spridning som möjligt marshallpackades provkropparna.

6 st serier togs fram med vardera fyra provkroppar. Provkropparna parades ihop med så lika skrymdensitet som möjligt. Provkropparna kördes på den sågade ändytan.

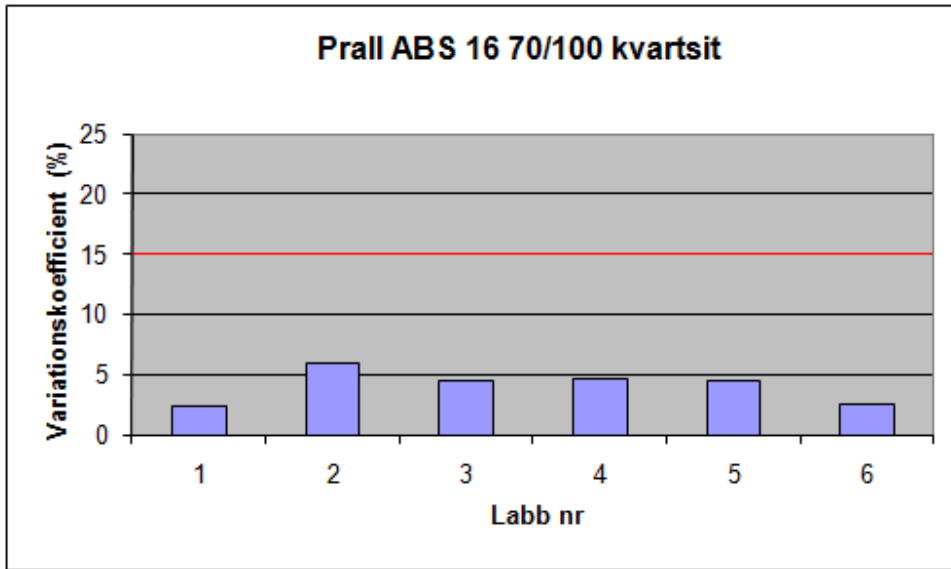
Resultaten blev mycket lovande och spridningarna i medelvärde mellan laboratorerna var mycket små. Medelvärdet för denna referens låg kring 26 ml vilket är precis i den nivå som eftersöktes för en bra referens.

Laboratorium	A	B	C	D	Medelvärde
1	2,395	2,401	2,409	2,415	2,405
2	2,401	2,399	2,410	2,392	2,401
3	2,419	2,412	2,394	2,392	2,404
4	2,451	2,381	2,400	2,415	2,412
5	2,394	2,388	2,392	2,399	2,393
6	2,412	2,398	2,408	2,416	2,409

Figur 27 Skrymdensitet på provkroppar andra ringanalysen

Laboratorium	A	B	C	D	Medelvärde
1	28,0	28,3	25,9	26,3	27,1
2	24,9	23,8	27,6	29,8	26,5
3	26,2	25,5	26,0	21,7	24,9
4	28,8	24,1	26,8	24,8	26,1
5	24,9	25,8	21,9	26,3	24,7
6	27,7	25,2	27,0	25,9	26,5

Figur 28 Prallresultat från andra ringanalysen



Figur 29. Variationskoefficienten efter andra ringanalysen

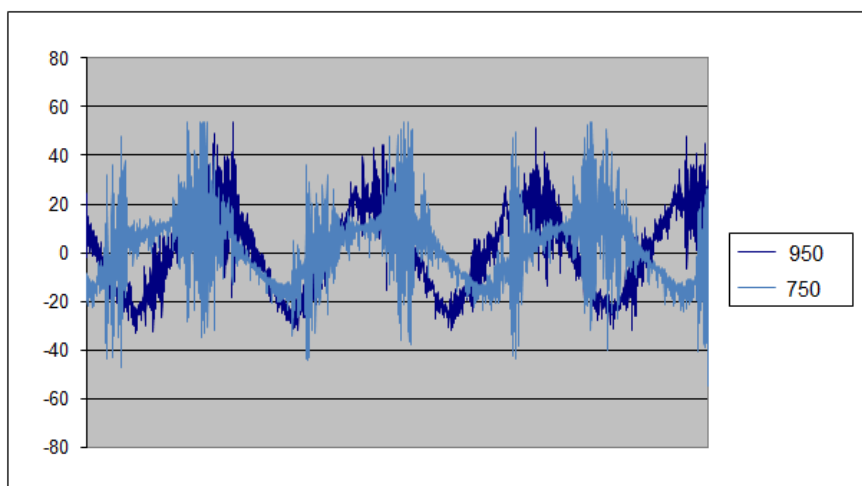
7. Sänkning av varvtal

I metoden utsätts provkammaren med tillhörande apparatur för en oerhörd kraft när den svänger med 950 slag/minut, och i samband med den första ringanalysen gjorde man undersökningar av sänkning av varvtal och dess inverkan på analysmetoden. En accelerometer införskaffades (se Figur 29) för att mäta provkroppens rörelse i samband med de olika varvtalen.



Figur 29. Accelerometer som användes på provkropparna.

Vibrationsmätningar utfördes på prallmaskinen med varvtal 950, 900, 850, 800 och 750. Testförsöken visade att 750 varv/min hade högst stadier av vibrationer. Snarlika resultat kom VTI fram till. Vid 950 varv/min hade man till och med något lägre och mer samlade stadier än de lägre på 750 varv/min. (Se Figur 30). Undersökningarna av sänkningar av varvtal för att förbättra metoden visade att den parametern inte bör vara den tongivande förändringen i metoden. En sänkning av varvtalet skulle också medföra en längre analystid för att komma upp i samma prallvärde som tidigare. Samtidigt tog man i beräkning hur mycket vibrationerna från sänkning kunde minska slitaget på utrustningen. Vilket resulterade i att målet framöver bör vara att fortsätta ligga kvar på 950 varv och försöka modifiera utrustningen för att kunna klara av denna påfrestning.



Figur 30. Mätningar på vibrationer på provkroppen mellan 950 varv/min och 750 varv/min påvisade att vibrationerna är något högre vid 750 varv/min än 950 varv/min.

8. Modifiering av prallutrustningen

En del i att utveckla metoden är att se över utrustningen. Sedan metoden infördes har det byggts prallmaskiner av olika fabrikat. Underlaget för konstruktionerna har varit de variabler som finns angivna i metodbeskrivningen samt den ritning (skiss) som medföljer. Detta innebär att maskintyperna skiljer sig en del åt.

Vibrationerna från maskinen sliter på de rörliga delar som omgärdar vevstaken. Vid förslitningar (se *Figur 31*) uppstår vibrationer i maskinen vilket är en bidragande orsak till avvikande resultat. För att undersöka maskindelars inverkan på analyseringen beslutade man i projektet att förnya och förbättra dessa detaljer på en av utrustningarna för att se om detta får någon effekt.

En fråga som ofta tagits upp har varit ifall utrustningen skall vara fastskruvad i golvet eller om den skall stå på ett betongfundament för att minimera vibrationer som kunnat påverka resultaten. De granskningar som gjorts påvisar att de krav som anges i metodbeskrivningen är tillfredsställande och bör vara tillräckliga. Undersökningar vid VTI visar att gummifötterna ej får vara för mjuka.

Vid ombyggnation av prallmaskin byttes följande delar ut för att minska vibrationer i utrustningen med hjälp av VTI's maskinverkstad. (*Se Bilaga*)

- **Lagerhus:** Två stycken nya bussringar installerades för att minska friktionen, både över och under konstruktionen på lagerhuset.
- **Axel:** Oljehärdad axel installerades, dock är induktionshärdad att föredra.
- **Vevstake:** Oljehärdad vevstake 70-75 T6 installerades, utav flygplanskvalité för att höja livslängden på konstruktionen.
- **Övre vevstake lager:** Ett ledlager installerades för att minska sidokrafterna. Axeltapp och bussringar i axel.
- **Övriga lager:** Speciella SKF kullager användes för minsta möjliga friktion



Figur 31. Förslitningsskada på prallmaskin i samband med vibrationer

9. Utvärdering efter ombyggnation

Efter att prallmaskinen körts in vid ombyggnationen utvärderade man resultatet och man kom fram till att bytet av bussringar vid lagerhus, ny oljehärdad vevstake 70-75 T6 med flygplans-kvalité, oljehärdad axel, ledlager, axeltapp, bussringar vid axel och övriga kullager gav både mindre vibrationer och jämnare prallvärden.

Maskinens tidigare utförande medförde att vissa delar fick bytas ut relativt snabbt (varje säsong). Resultaten av den ovanstående förändringen har medfört att maskinen har kunnat hålla minst den dubbla livslängden. Man bör dock framöver överväga ifall man inom laboratorierna skall byta ut följande delar med en viss frekvens för att säkerhetsställa att man får ett jämnare prallvärde.

10. Slutsats och rekommendation

Följande föreslås för att minska de variationer som förekommer och förbättra metoden.

- Man bör använda en referensprovkropp med tämligen bra stenkvalitet som har ett prallvärde kring 30, exempelvis ABS 16 70/100 kvartsit, som man utav tidigare analyser vet har ett jämnt värde.
- Marshallprovkroppar skall användas i ringanalys för att få så liten spridning som möjligt.
- Systematiskt byta slitdelar i prallmaskin för att åstadkomma jämnare maskingång.

De resultat som dels framkommit i denna rapport och dels i rapport från VTI bör mynna fram i en metodhandledning för användning av Prallmetoden i Sverige.

11. Referenser

Rapport **Ringanalys Prall 2005**. Khalid Kader NCC Roads Sydväst.

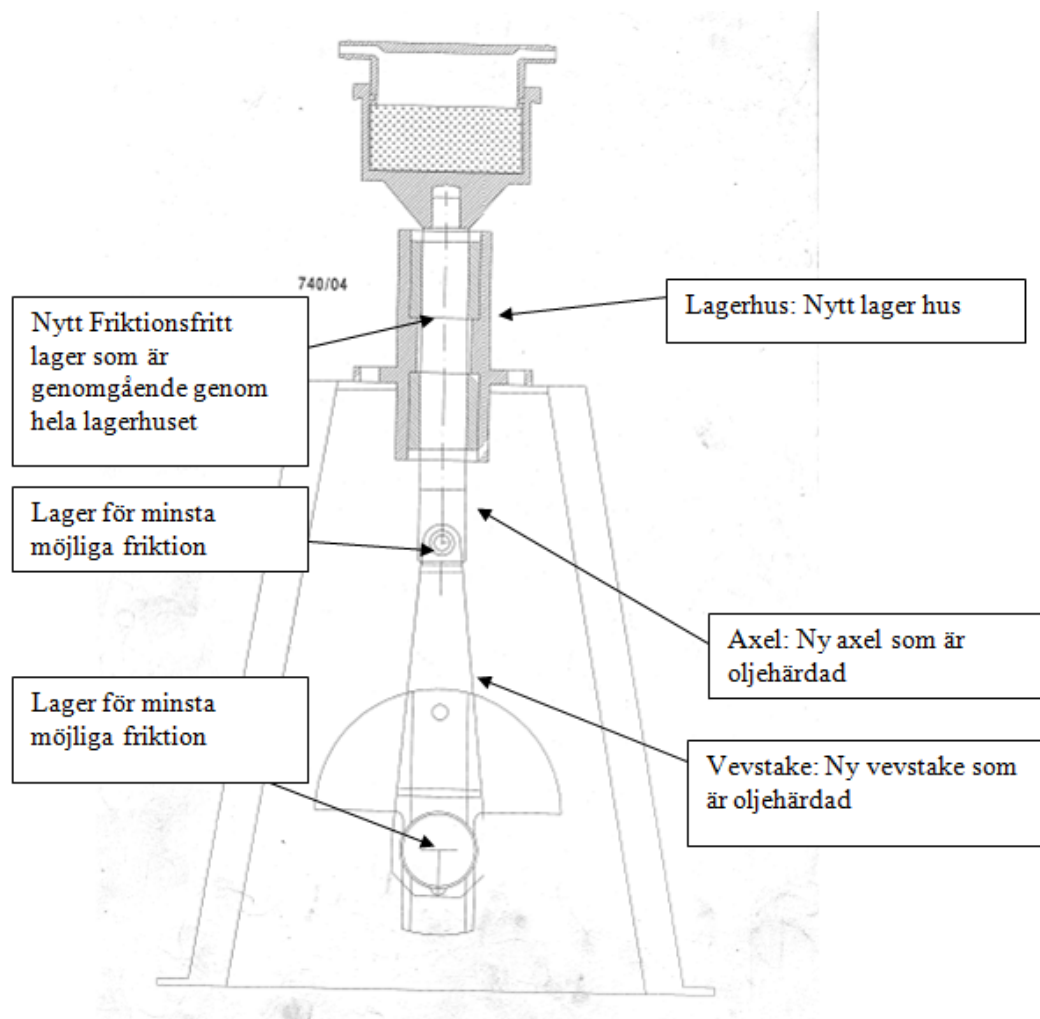
Studie **Ringanalys 2008 Provningsmetoder för asfalt**. Leif Viman, Henrik Broms. VTI notat 19-2009.

Rapport **Ringanalys på Prallmetoden, utförd 20078 på utborrade prover från väg**. Mats Wendel

Bestämning av nötningsmotstånd enligt Prallmetoden, FAS Metod 471-03

Bilagor

Utbytta maskindelar på prallmaskin VTC Farsta



Maskindelar som byttes på prallmaskinen i VTC Nord Farsta laboratoriet.

Prallutrustningar

Kvalitetsasfalt Örebro

Anboni

Peab Helsingborg	MG Maskin
Peab Stockholm	MG Maskin
Skanska Farsta	MG-Maskin
Skanska Malmö	MG-Maskin
VTI	MG-Maskin
VVP Jönköping	MG-Maskin
Skanska Forserum	MG-Maskin
Sandahls Hok	Scanmachine
Väglab i Norr Boden	Scanmachine

NCC Göteborg	Westmecan
VVK Göteborg	Westmecan
NCC Linköping	Westmecan
VVP Umeå	Westmecan
Skanska Göteborg	Westmecan
NCC Södra Sandby	Westmecan
NCC Umeå	Westmecan
NCC Karlstad	Westmecan
Sintef Trondheim	VTI Maskin
Peab Göteborg	VTI Maskin