

*Finmaterialdelens betydelse för
Beständigheten hos asfaltbeläggningar
Erfarenheter av ny analysmetod,
vändskakapparat, och ringanalys*



Nils Ulmgren
Rapport 2002-05

Distribution: Fri

FÖRORD

Föreliggande rapport utgör en del av ett projekt finansierat av SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond) – Finmaterialdelens betydelse för Beständigheten hos asfaltbeläggningar. Projektledare har varit Nils Ulmgren, NCC Roads AB och i projektets styrgrupp har dessutom ingått Thorsten Nordgren, Skanska Asfalt och Betong AB och Hans Stjernberg, Vägverket Region Väst. Björn Kullander, NCC Roads AB samt Anders Berg och Johannes Segerpalm, Skanska Asfalt och Betong AB har deltagit i arbetsgruppen.

Stockholm i oktober 2002



Nils Ulmgren

*Finmaterialdelens betydelse för
Beständigheten hos asfaltbeläggningar
Erfarenheter av ny analysmetod, vändskakapparat,
och ringanalys*

SAMMANFATTNING

Det upplevs idag som att asfaltbeläggningsars livslängd minskar, dvs att beständighetsproblemen ökar, vilket förknippas bl a med en förmodad försämring av vidhäftningsegenskaperna (ökad vattenkänslighet). Problemet är dock mer komplext än så, varför det torde vara riktigare att tala om dålig beständighet. I beständighetsproblematiken inkluderas begrepp som vidhäftning och påverkan av vatten, frys- töcykler och åldring. Vattenkänsligheten påverkas av ett flertal faktorer, men proportioneringen är en av de viktigare. En asfaltbeläggning bör proportioneras så att vatten får så litet tillträde som möjligt. Detta är dock inte alltid tillfyllest, då dålig vidhäftning kan ge upphov till för tidiga skador och en försummad aspekt i detta sammanhang är det inflytande som finmaterialdelen har på beständigheten hos asfaltbeläggningar. Det räcker inte att det finns en god vidhäftning mellan det grova stenmaterialet och bindemedlet om finmaterialdelen bryts ner och försvinner ur massan. Med finmaterialdelen avses det material mellan 0 och 2 mm, som tillsammans med bindemedel bildar den mastix som krävs för att hålla det grova stenmaterialet på plats. Glimmer spelar i dessa sammanhang en mycket speciell roll.

En metod med tyskt ursprung, i Sverige kallad 'Vändskakmetoden', har tidigare provats och har visat sig ge intressanta resultat beträffande vattenkänslighetsegenskaper för finmaterial. Denna rapport, som utgör en första del av projektet behandlar erfarenheter av denna metod.

Analys av finmaterial med olika ursprung (granit, diabas, kvartsit etc) visar på stora skillnader med analysresultat (viktsförlust vid nötning) mellan 5 och 50 %.

En genomförd ringanalys visar att metoden har mycket god viktig repeter- och reproducerbarhet. För enskilda provkroppar är spridningsmått för både r och R ungefär 25 %. Detta måste betraktas som en mycket låg siffra, eftersom det inbegriper även variationer i materialdelarna.

Inom denna del av projektet har även en preliminär metodbeskrivning tagits fram.

Glimmerhaltens inverkan har delvis studerats, men denna faktor ger ingen entydig förklaring till uppkomna skillnader i analysresultat.

I nästa etapp planeras en validering av metoden att genomföras.

1 BAKGRUND

Inom branschen talas det vid problem med asfaltbeläggningar ofta om dålig vidhäftning, men problemet är mer komplext än så, varför det torde vara riktigare att tala om dålig beständighet. I beständighetsproblematiken inkluderas begrepp som vidhäftning och påverkan av vatten, fryst-cykler och åldring. Det upplevs idag som att asfaltbeläggnings livslängd minskar, dvs att beständighetsproblemen ökar. De under senare år omdebatterade stensläppen från endast några år gamla ABS-beläggningar förknippas bl a med en förmodad försämring av vidhäftningsegenskaperna (ökad vattenkänslighet). Vattenkänsligheten påverkas av ett flertal faktorer, men proportioneringen är en av de viktigare. En asfaltbeläggning bör proportioneras så att vatten får så litet tillträde som möjligt. Detta är dock inte alltid tillfyllest, då dålig vidhäftning kan ge upphov till för tidiga skador och en försummad aspekt i detta sammanhang är det inflytande som finmaterialdelen har på beständigheten hos asfaltbeläggningar. Det räcker inte att det finns en god vidhäftning mellan det grova stenmaterialet och bindemedlet om finmaterialdelen bryts ner och försvinner ur massan. Glimmer spelar i dessa sammanhang en mycket speciell roll.

Med finmaterial avses i första hand materialet mellan 0 och 2 mm. Detta bildar tillsammans med bindemedlet den mastix som krävs för att hålla det grova stenmaterialet på plats. Genom tillsats av olika medel som aminer, cement och hydratkalk kan egenskaperna förbättras.

Det finns idag två allmänt använda metoder för bestämning av vidhäftnings-/vattenkänslighetsegenskaper: Rullflaska och Pressdraghållfasthetskvot (ITSR). Rullflaskemetoden provar vidhäftningen mellan en grovfraktion och bindemedel, medan ITSRS visar på vattenkänsligheten för packad asfaltmassa. Ingen av metoderna belyser egenskaperna för finmaterialdelen.

En metod med tyskt ursprung, i Sverige kallad 'Vändskakmetoden', har tidigare provats och har visat sig ge intressanta resultat beträffande vattenkänslighetsegenskaper för finmaterial. Denna metod används i projektet för att studera egenskaperna hos olika finmaterial av varierande ursprung.

En viktig egenskap för en användbar metod är att den har en relativt liten spridning, dvs att repeter- och reproducerbarheten är bra.

2 SYFTE

Syftet med denna första etapp av projektet är

- a) att med hjälp av metoden Vattenkänslighetstest för finbruk (mastix), även benämnd Vändskakmetoden, jämföra finmaterial från stenmaterial med mycket olika ursprung
- b) att ta fram en metodbeskrivning för 'Vattenkänslighet hos finmaterial'
- c) att genomföra en ringanalys
- d) att studera inverkan av olika typer av glimmer.

3 JÄMFÖRELSE AV FINMATERIAL FRÅN STENMATERIAL MED MYCKET OLIKA URSPRUNG

3.1 GENOMFÖRANDE

Större delen av denna undersökning har utförts på NCC.

3.1.1 Material

Stenmaterial

I delundersökning a) har ingått tolv stenmaterial (tabell 1). Urvalet har skett utgående från tidigare erfarenheter med avsikt att erhålla material med mycket olika egenskaper och ursprung. Dessa tolv material har studerats på NCC.

Tabell 1: I undersökningen ingående stenmaterial

Nr	Petrografi ¹⁾	Korn-densitet g/cm ³	Glimmer %	Bedömning ²⁾	Rigden %
I	Medelkornig Gnejsgranit och Sediment-gnejs	2,77	25-30	Berg – mindre bra	35,7
II		2,71		Åsgrus - medelbra	
III	Granit, finkornig Gnejs och Gråvacka	2,68	10-30	Åsgrus - medelbra	
IV	Medelkornig till grovkornig Granit, Pegmatit och förskiffrad Gråvacka	2,69	7-15	Berg – medelbra	
V	Kvartsit	2,63		Berg – mycket bra	
VI	Finkornig Granit	2,64	5-10	Berg – mindre bra	33,8
VII	Medelkornig Gnejsgranit, massformig Granit, 5 - 10% mörk glimmerrik gnejs	2,71		Berg – medelbra	
VIII	Vit finkornig kvartsit	2,63	1	Berg – medelbra	33,0
IX	Gnejsig granit, Amfibolit	2,65		Berg – medelbra	
IX	Finkornig Gnejsgranit, <5% glimmer och kalcit	2,65	<5	Berg – mycket bra	32,8
XI	Granit	2,80		Berg ³⁾	33,3
XII	Diabas	2,95		Berg ³⁾	36,3

¹⁾ Underlaget till den petrografiska undersökningen är varierande.

²⁾ Utgående från resultat vid tidigare undersökningar.

³⁾ Inte med vid tidigare undersökning.

Bindemedel

Som standardbitumen har valts en 70/100 med Laguna, Venezuela som råvarukälla, levererad av Nynäs Bitumen.

3.1.2 Metod

I nästa stycke ges en sammanfattning av metoden Vattenkänslighet hos finbruk (mastix). Inför ringanalysen och som resultat av denna har smärre justeringar av metoden genomförts. Den kompletta metodbeskrivning som återfinns i bilaga 1 inkluderar dessa ändringar.

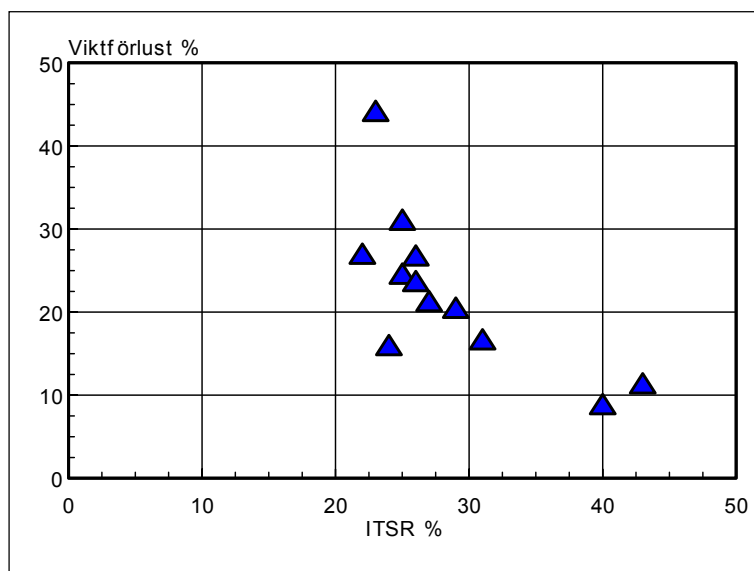
Sammanfattning: Ett stenmjöl (0-2 mm) siktas upp fraktionsvis och sätts samman till en specifik kornkurva. Stenmjölet blandas med bitumen och eventuella tillsatsmedel och packas i statisk press till cylindriska provkroppar, med en diameter av 30 mm och en höjd av ca 27 mm. Dessa uppdelas i grupper där första gruppen utsätts för nötning efter vattenlagring och eventuellt provas de andra två grupperna i princip enligt FAS Metod 446. Bortnött material beräknas i procent av ursprunglig mängd (angett i vikts-%) och ITSR-värdet beräknas som kvoten mellan den våta gruppen och den torra och uttrycks i %.

NCCs laboratorium i Barkarby/Upplands Väsby har tillverkat provkropparna, bestämt skrymdensiteter och utfört ITSR-undersökningen (med hjälp av utrustning på KTH) och vändskakmomentet har i huvudsak utförts hos Ballast Nord i Umeå. Vattenlagring har utförts på respektive laboratorium.

Förutom parametrar ingående i Mastix-metoden har även Ridgenhålrum bestämts för ingående filler enligt EN 1097-4, vilket bl a innebär att analyserad fraktion är < 0,125 mm. Detta har utförts på NCC.

3.2 RESULTAT

Detaljerade resultat återfinns i bilaga 2. I undersökningen har följande parametrar bestämts: skrymdensitet, svällning, relativ pressdraghållfasthet (ITSR), vikt förlust i vändskak samt Ridgenhålrum.

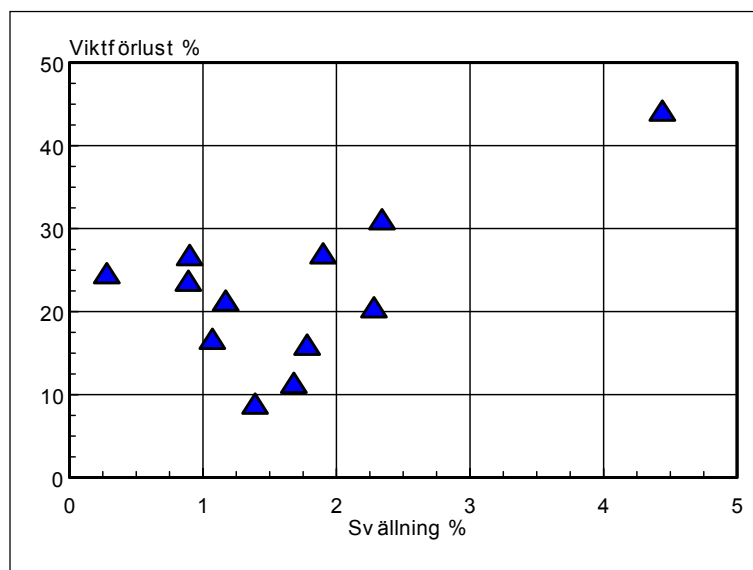


Figur 1. Vattenkänslighet. Samband mellan ITSR och vikt förlust i vändskak för tolv olika finmaterial.

De i försöken ingående 12 materialen har mycket olika egenskaper, vilket också framgår av resultaten. I figur 1 visas sambandet mellan ITSR och vikt förlusten efter nötning. Båda parametrarna återger ett mått på vattenkänslighet och ger ungefär samma relativa ordning mellan de olika mate-

rialen. Skillnaden är att vändskaken ger en tydligare differens mellan bra och dåligt. De bästa materialen återfinns ner till höger i diagrammet, dvs låg viktförlust och hög ITSR.

Det kan konstateras att den uppmätta svällningen inte generellt går att använda som måttstock för ITSR-värde eller viktförlust (figur 2). Det är endast det sämsta materialet som tydligt avviker för båda parametrarna. Detsamma gäller för provkropparnas hålrums halt, som varierar mellan ca 13 och 21 %. Denna uppvisar inget samband med vare sig svällning eller viktsförlust.



Figur 2. Vattenkänslighet. Samband mellan svällning och viktförlust i vändskak.

Allt eftersom mer erfarenhet har erhållits av metoden har det visat sig att det är stor skillnad mellan de två delmetoderna vändskak och ITSR beträffande repeterbarheten. För vändskaken upplevs skillnaden som liten, medan osäkerheten är mycket stor för ITSR. Av denna anledning beslöts det att i den fortsatta studien endast använda vändskaken för den fortsatta utvärderingen. Detta eftersom det samtidigt framgår att metoderna ger samma information (se figur 1).

4 METODANVISNING

En metoodanvisning har efter hand arbetats fram och återfinns i bilaga 1. I metodarbetet har ett antal parametrar studerats närmare för att få bättre kunskap om metodens känslighet för variationer. Bl a har följande parametrar studerats:

- Konditionering i rumstemperatur av provkroppar innan provning.
- Vattenbadstemperatur.
- Temperatur vid körning i vändskakapparaten.

Resultaten av dessa studier återges i tabell 2.

Tabell 2. Några testparametrars inverkan på resultaten i vändskakapparaten.

Parameter	Lagringstid veckor			Konditionerings- temperatur °C			Slitagetemperatur °C		
	1	2	3	35	40	45	15	20	25
Slitage %	19,3	19,5	19,3	20,4	23,2	24,4	28,0	25,7	27,5
Svällning %	1,5	1,2	2,1	1,1	1,6	1,6	2,1	3,4	3,3

Den enda av dessa tre parametrar, som verkar ha någon större inverkan på resultatet är vattenbadets temperatur vid konditionering, men den angivna toleransen på $\pm 1,0^\circ\text{C}$ är tillfyllest.

De i metoodanvisningen angivna toleranserna bygger på de erfarenheter som hittills föreligger om metoden och som framgår av ringanalysen i nästa kapitel verkar det inte föreligga några stora osäkerheter kvar att utreda.

5 RINGANALYS

5.1 ALLMÄNT

En ringanalys har genomförts med tre deltagande laboratorier, två från NCC (Upplands Väsby och Umeå) och ett från Skanska (Angered), och fem olika stenmaterial.

Varje laboratorium har tillverkat (inkl blandning) tre serier provkroppar av varje stenmaterial. Av dessa tre serier har en testats på eget laboratorium och de två andra har skickats till de båda andra deltagande laboratorierna för analys i vändskak. I tillverkning ingår även eventuell variation i ingående material, som dock har tagits fram färdiguppdelat i provningssatser för samtliga provningar på ett laboratorium.

Beräkning av repeter- respektive reproducerbarhet har utförts enligt ISO-standard 5275-2:1994(E) [1].

5.2 MATERIAL

Stenmaterial

Tre av stenmaterialen har tillhandahållits av NCC och två av Skanska. De tre från NCC har ingått i undersökningen redovisad i kapitel 3. Samtliga materials karakteristika redovisas i tabell 3.

Tabell 3: I ringanalysen ingående stenmaterial

Nr	Petrografi ¹⁾	Korn- densitet g/cm ³	Glimmer %
A	Granit med glimmerrikt sedimentgnejs- inslag	2,69	22 ²⁾
B	Alkaligranitisk gnejs med amfibolitin- slag	2,76	4 ²⁾
C	Medelkornig Gnejsgranit och Sediment- gnejs	2,77	25-30
D	Vit finkornig kvartsit	2,63	1
E	Diabas	2,95	

¹⁾ Underlaget till den petrografiska undersökningen är varierande. Material C-E bygger på tidigare uppgifter (jfr tabell 1).

²⁾ Enligt VV-Metod 613

Bindemedel

Som standardbitumen har valts en 70/100 med Laguna, Venezuela som råvarukälla, levererad av Nynäs Bitumen.

5.3 RESULTAT

I ringanalysen har följande parametrar bestämts: skrymdensitet, svällning samt viktförlust i vändskak. Detaljerade resultat för dessa parametrar återfinns i bilaga 3 och en sammanställning över totala medelvärden redovisas i tabell 4.

För beräkning av r och R (repetier- respektive reproducerbarhet) har mätvärdena ställts upp och behandlats för samtliga tre parametrar på tre sätt genom att

- I fall 1 antas att en laboratoriepopulation utgörs av nio analyser. Denna population består av provkroppar tillverkade på tre olika laboratorier, men analyserade på ett laboratorium.
- I fall 2 antas att en laboratoriepopulation utgörs av nio analyser. Denna population består av provkroppar tillverkade på ett laboratorium, men analyserade på tre olika laboratorier.
- I fall 3 antas att en laboratoriepopulation utgörs av tre analyser. Denna population består av provkroppar tillverkade på ett laboratorium och analyserade på ett laboratorium, dock inte nödvändigtvis samma laboratorium.

Resultaten presenteras i tabell 5-6 (se även figur 5-7).

Tabell 4: Resultat från ringanalys. Medelvärden ($n=27$) för analyserade parametrar.

Parameter	Stenmaterial				
	A	B	C	D	E
Skrymdensitet g/cm^3	1,996	1,993	1,956	2,025	2,272
Svällning %	2,8	1,0	4,8	1,0	1,9
Nötning %	19,4	9,0	53,5	21,0	15,8

Tabell 5: Resultat från ringanalys. Repeter- (r) och reproducerbarhet (R) för olika parametrar uttryckt i respektive enhet.

Parameter	Fall ¹⁾	Stenmaterial				
		A	B	C	D	E
Repetierbarhet r						
Skrymdensitet g/cm^3	1	0,021	0,026	0,022	0,044	0,059
	2	0,019	0,021	0,020	0,046	0,025
	3	0,019	0,020	0,020	0,018	0,020
Svällning %	1	2,61	2,13	3,87	2,22	2,48
	2	2,77	2,25	3,54	2,64	1,73
	3	1,49	1,88	1,34	1,09	1,21
Nötning %	1	3,41	2,63	10,02	4,76	4,44
	2	3,12	2,37	12,16	3,57	2,42
	3	3,33	1,54	8,07	3,30	2,29
Reproducerbarhet R						
Skrymdensitet g/cm^3	1	0,021	0,027	0,023	0,053	0,059
	2	0,021	0,028	0,024	0,052	0,066
	3	0,021	0,027	0,023	0,052	0,059
Svällning %	1	3,44	2,19	3,98	2,81	2,48
	2	3,38	2,25	4,11	2,65	2,64
	3	3,31	2,19	4,09	2,73	2,47
Nötning %	1	3,41	2,85	14,61	4,76	4,44
	2	3,52	2,95	13,87	5,12	5,03
	3	3,41	2,87	13,71	4,79	4,53

¹⁾ Fall 1 = Tillverkning på tre laboratorier och analys på ett. Fall 2 = Tillverkning på ett laboratorium och analys på tre. Fall 3 = Tillverkning på ett laboratorium och analys på ett.

Tabell 6: Resultat från ringanalys. Repeter- (r) och reproducerbarhet (R) för nötningen uttryckt i procent av medelvärde.

	Fall ¹⁾	Stenmaterial				
		A	B	C	D	E
Repeterbarhet r	1	17,6	29,3	18,7	22,7	28,1
	2	16,1	26,4	22,7	17,0	15,3
	3	17,2	17,1	15,1	15,7	14,5
Reproducerbarhet R	1	17,6	31,9	27,3	22,7	28,1
	2	18,2	33,0	25,9	24,4	31,9
	3	17,6	32,0	25,6	22,8	28,7

¹⁾ Fall 1 = Tillverkning på tre laboratorier och analys på ett. Fall 2 = Tillverkning på ett laboratorium och analys på tre. Fall 3 = Tillverkning på ett laboratorium och analys på ett.

Nötning. Fall 3 visar repeterbarheten för bestämning av viktsförlusten, när tre provkroppar har tillverkats på samma sätt, oavsett var detta har skett. I tabell 5 kan ses att repeterbarheten varierar mellan 17 och 32 %. Var finns den främsta anledningen till denna variation? Av fall 2 (tillverkning på ett laboratorium) kan det utläsas att repeterbarheten i detta fall inte ökar särskilt markant utan den största ökningen sker i fall 1, när tillverkningen sker på olika laboratorier. Av detta kan slutsatsen dras att det är tillverkningen som i första hand skapar variationen inte analysen.

Skrymdensitet. Repeterbarheten för skrymdensiteten är enligt tabell 4 (fall 3) mellan 0,018 och 0,020 g/cm³. Det finns m a o en relativt bra säkerhet i bestämningen av denna parameter.

Svällning. Repeterbarheten för bestämning av svällningen är enligt tabell 4 (fall 3) ungefär 1,5 %-enheter, men reproducerbarheten är betydligt högre (ungefär det dubbla). Procentuellt på medelvärdet betyder detta mycket höga tal. Det är ingen skillnad mellan fall 1 och 2 vilket kan tolkas som att det är även problem med analysen i detta fall.

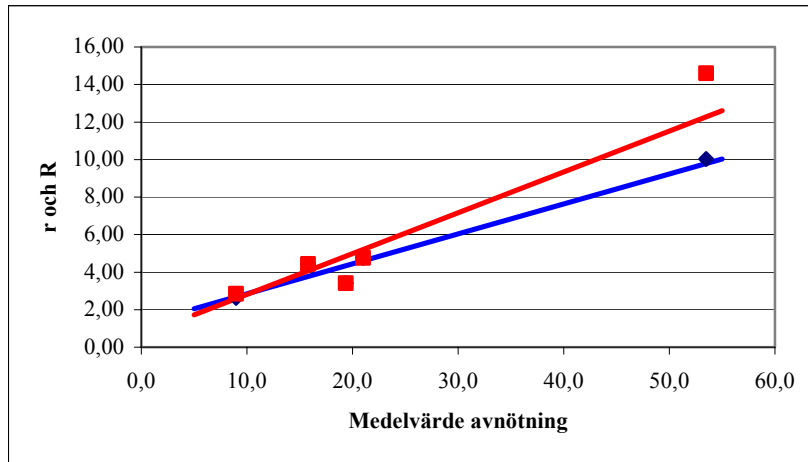
Repeter- och reproducerbarhetens beroende av storleken på respektive parameter har beräknats utifrån fall 1 ovan enligt ISO 5725-2:1994 clause 7.5 och följande samband enligt tabell 7 erhållits.

Tabell 7. Repeter- och reproducerbarhet för olika parametrar

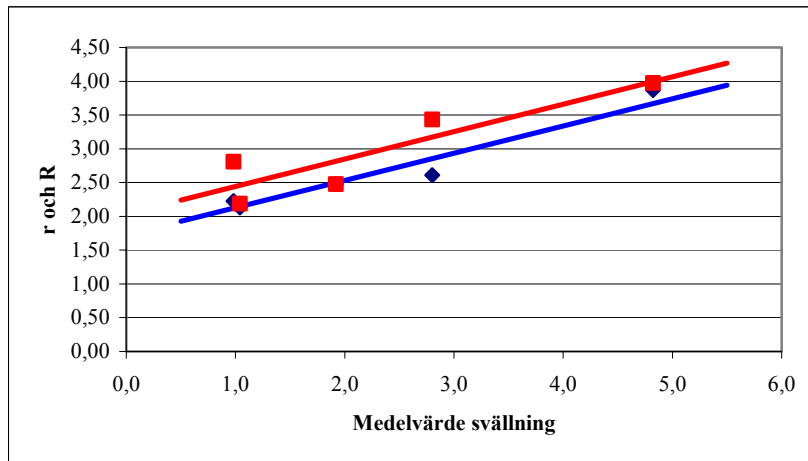
	Repeterbarhet r	Reproducerbarhet R
Nötning	1,25 + 0,160 m	0,634 + 0,218 m
Svällning	1,73 + 0,40 m	2,04 + 0,41 m
Skrymdensitet	-0,239 + 0,134 m	-0,252 + 0,141 m

m = medelvärde för analys.

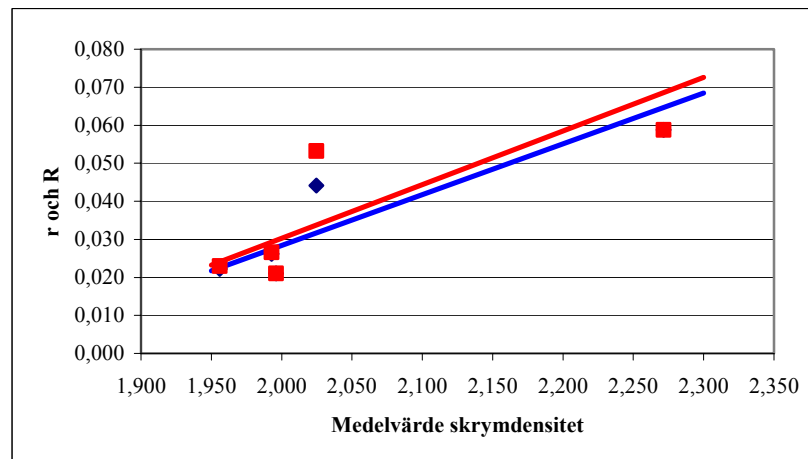
Sambanden för nötning, svällning och skrymdensitet återges i figur 5-7. Det kan konstateras att det inte verkar vara någon stor skillnad mellan repeter- och reproducerbarheten.



Figur 5. Repeter- och reproducerbarhet för nötning (viktsförlust).



Figur 6. Repeter- och reproducerbarhet för svällning.



Figur 7. Repeter- och reproducerbarhet för skrymdensitet.

Blåa punkter och linjer återger repeterbarheten och röda reproducerbarheten.

6 GLIMMER

Glimmerhalten har bestämts på ingående material dels enligt vägverkets metodbeskrivning VV Metod-613 (publikationsnummer 2001:100) och dels enligt SP Metod 1441 (utgåva 4, 2001-09-07). Vägverkets metod är avsedd för bestämning av glimmerhalt, medan metod SP är mer allmän. Analyserna har utförts av två geologer, en från NCC (operatör I) och en Skanska (operatör II) och deras redovisning återges i bilaga 4. Operatör I redovisar genomgående enligt exempel i vägverkets metod, medan operatör II har valt att redovisa på annat sätt, men i tabell 8 har gjorts ett försök till jämförelse. I tabellen visas en summering av Muskovit, Biotit, Klorit och övriga Glimmermineral (första raden för resp material) respektive Muskovit och Biotit (andra raden för resp material) enligt vägverkets metod. Skillnaderna i analysresultat är ganska stora och framgår tydligare i figur 8. Normalt skall om de uttagna proven är representativa variationen återfinnas inom ett relativt snävt intervall, men speciellt för material A och B är variationen stor.

Tabell 8. Glimmerhalt enligt VV metod-613. Se förklaring ovan.

Material	Operatör	Glimmerhalt i % i fraktion (mm)			Mdv ¹⁾
		0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	
A	I	7,2	5,8	5,3	6,1
	II	30,5	23	11	22
B	I	14,9	11,1	9,2	11,7
	II	7	5	1	4
C	I	49,2	46,7	41,5	45,8
	II	44	45	42,5	44
D	I	0,2	0,2	0,2	0,2
	II	0	0	0	0
E	I	4,3	3,8	4,0	4,0
	II	0,5	0	0	0

- 1) Det har valts att beräkna ett medelvärde för de tre fraktionerna, men det kan även argumenteras för att behandla var fraktion för sig.

I figur 8 har viktsförlusten vid nötning avsatts som funktion av glimmerhalten. Som synes finns det inget entydigt samband mellan dessa två parametrar. Skillnaden mellan de två operatörernas analyser är också tydlig.

En jämförelse mellan VV metod-613 och SP metod-1441 återges i tabell 9 (operatör I, material C-F) och tabell 10 (operatör II, material A-B). Ett material F har tillkommit jämfört med ringanalysen.

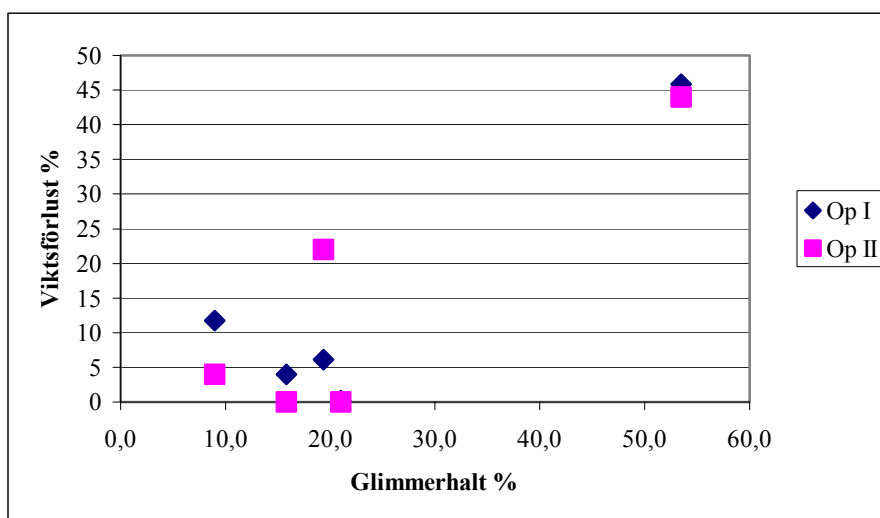
Tabell 9. Glimmerhalt. Jämförelse mellan VV metod-613 och SP metod-1441. Operatör I.

Material	Glimmerhalt i % för fraktion (mm)							
	0,125-0,25		0,25-0,5		0,5-1		Mdv	
	VV	SP	VV	SP	VV	SP	VV	SP
C	49,2	49,1	46,7	43,8	41,5	42,0	45,8	45,0
D	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
E	4,3	4,2	3,8	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0
F	10,3	10,9	6,3	6,5	6,2	6,2	7,6	7,9

Tabell 10. Glimmerhalt (Biotit). Jämförelse mellan VV metod-613 och SP metod-1441. Operatör II.

Material	Glimmerhalt i % för fraktion (mm)							
	0,125-0,25		0,25-0,5		0,5-1		Mdv	
	VV	SP	VV	SP	VV	SP	VV	SP
A	30	26	23	17	11	13	22	19
B	6	0	5	0	1	0	4	0

Jämförelsen i tabeller 9-10 visar på en rimlig likhet i analysresultat mellan de två metoderna. Denna är bättre än likheten mellan de två operatörerna, dvs reproducerbarheten för bestämning av glimmerhalt är relativt dålig.



Figur 8. Nötningens beroende av glimmerhalt, bestämd av två oberoende operatörer, enligt VV Metod-613.

7 REFERENSER

- [1] International Standard ISO 5725 Accuracy (trueness and precision of measurement methods and results - Part 2 :Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method. First edition 1994-12-15.

ASFALTBELÄGGNING OCH –MASSA

Bestämning av vattenkänslighet på finbruksdelen (Mastix)

Determination of water sensitivity on fines (Mastix)

1. ORIENTERING
2. SAMMANFATTNING
3. UTRUSTNING
4. PROVBEREDNING
5. PROVNING
6. BERÄKNING
7. PRECISION, EVENTUELL UPPREPNING
8. RAPPORT

1. ORIENTERING

Denna metod är avsedd för att hos provkroppar tillverkade av finbruk bestämma beständighet mot vattenpåverkan. Provningsen utförs enligt Metod A (Nötning i Vändskakutrustning) och/eller Metod B (Bestämning av vattenkänslighet genom pressdragprovning - FAS Metod 446). Metoderna kan påvisa mer eller mindre lämpliga stenmjöl för asfalttillverkning.

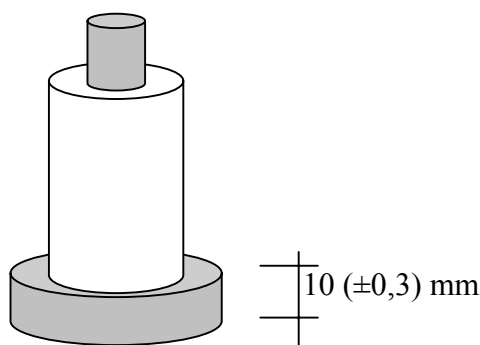
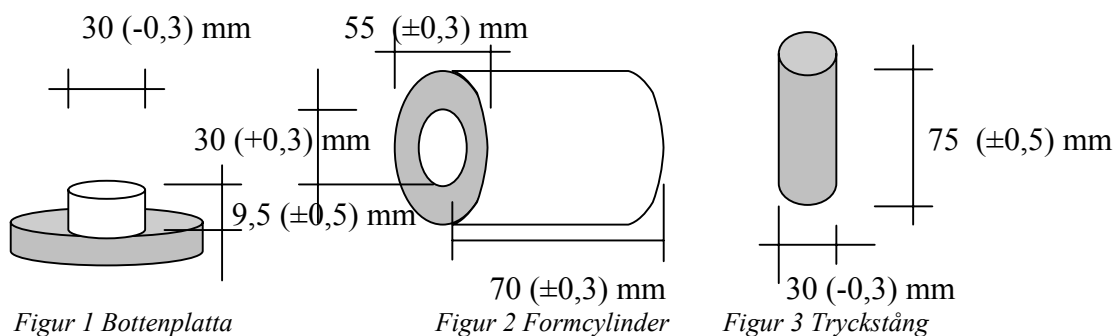
2. SAMMANFATTNING

Ett stenmjöl torrsiktas upp fraktionsvis och sätts samman till en specifik kornkurva. Stenmjölet blandas med bitumen och eventuella tillsatsmedel och packas i statisk press till cylindriska provkroppar med en diameter av 30 mm och en höjd av ca 27 mm. Dessa uppdelas sedan i grupper där första gruppen utsätts för nötning i Vändskaken efter vattenlagring och/eller de andra två grupperna provas i princip enligt FAS Metod 446. Bortnött material beräknas efter slitage i Vändskak (angett i %) och ITSr-värdet beräknas som kvoten mellan den våta gruppen och den torra.

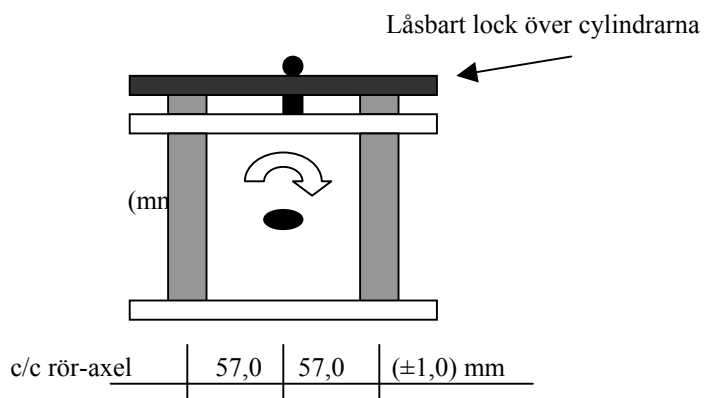
3. UTRUSTNING

- 3.1 2 kastruller med lock (porslin/rostfri), volym ca 1200 ml.
- 3.2 9 porslinsdeglar med lock, volym ca 150 ml .
- 3.3 Porslinsmortel, diameter 25 mm, 180 mm lång.

- 3.4 Termometer, graderad till 220°C med onoggrannhet på max 0,5°C.
- 3.5 Värmeplatta, reglerbar till ca 150°C ($\pm 5^\circ\text{C}$).
- 3.6 Klimatskåp för temperering, 10,0°C ($\pm 0,5^\circ\text{C}$).
- 3.7 Våg, onoggrannhet max 0,3 g, avläsbarhet på 0,01g.
- 3.8 Digitalt skjutmått, onoggrannhet max 0,1 mm, avläsbarhet 0,01 mm.
- 3.9 2 vattenbad som kan värmas till 40°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) och 25°C ($\pm 1^\circ\text{C}$).
- 3.10 9 cylindriska provformar med underlagsplatta, se figur 1-4 nedan.



Figur 4 Komplet form



Figur 6 Schematisk bild av rörens placering i Vändskaken

- 3.11 En utrustning för nötning i vatten, t.ex. enligt den s.k. Vändskaken se figur 5.

Den skall vara utformad så att den uppfyller de villkor som anges i figur 6. Rören skall ha en inre höjd av $393,0 \pm 0,5$ mm och en inre diameter av $60,1 \pm 0,1$ mm. Rotationshastighet 20 varv/min ± 2 varv.

1. Snäckväxel med elmotor

2. Nödstopp
3. Gummikudde
4. Start/Stopp-reglage
5. Räkneverk
6. Skyddsbur
7. Magnetbrytare
8. Pulsgivare
9. Vagga för stålbehållare
10. Stickpropp (frånskiljare)

- 3.12 Tryckpress med en lastcell på 10 kN – 50 kN, onoggrannhet max 0,05 kN och en lastcell 5 kN, onoggrannhet max 0,005 kN. Avläsbarhet 0,001 kN. Hastigheten inställbar mellan 10,0 och 20,0 mm/min, onoggrannhet ($\pm 0,5$ mm/min). Två uppsättningar pressverktyg, för tillverkning och provning samt utrustning för registrering av brottförloppet enligt FAS Metod 446.



Figur 5. Skakutrustning.

4 PROBEREDNING

- 4.1 Väg upp och blanda stenmaterialet enligt tabell 1 nedan.

Tabell 1: Stenmaterialkurva för 0-2 mm samt bindemedelsmängd, framräknad mängd för både metod A och B.

Sikt mm	Vikts-%	Vikt (g)
1,0 - 2,0	17	60
0,5 - 1,0	16	56
0,25 - 0,5	22	77
0,125 - 0,25	18	63
0,063 - 0,125	13	44
Siktbottnen - 0,063	14	50
Summa stenmaterial	-	350
Bitumen (70/100)	7,0	24,5
Total vikt	-	374,5

Bitumenhalt 7,0 % beräknas på total mängd sten (justering av halt sker mot korndensiteten på stenmaterialet, riktvärde för korndensiteten är 2,66 g/cm³).

- 4.2 Temperaturen 145-155°C för nedanstående arbetsförfarande är anpassad för bitumen 70/100. För annat bitumen justeras temperaturen enligt FAS Metod 414-01.

Värm stenmaterialet i en kastrull vid 145-155°C under 3 timmar. Tag ur en kall bindemedelsburk med en varm kniv ca 30 gram bitumen per blandning och lägg bitumenet i en penetrationskopp. Låt bindemedlet stå kallt tills det återstår 15-20 minuter av sten-

materialets torktid och ställ därefter in bindemedlet i samma värmeskåp som stenmaterialet. En tom porslinsask alternativt rostfri kastrull ställs in vid samma tidpunkt, denna används som blandningskärl. Tag ut blandningskärlet och tarera på vågen, för därefter över den exakta mängden bitumen, flytta över till en förvärm� värmeplatta och blanda i det varma stenmaterialet plus eventuell tillsats under omrörning (knådning) med morteln under ca 3 minuter.

Ställ in kastrullen i värmeskåpet igen i 3 minuter och tag därefter ut den på nytt för en andra knådning med morteln på värmeplattan under ca 2,5 minut (homogen blandning).

Låt blandningen svalna ner till ca 50°C samt väg och fördela ut 40,0 ($\pm 0,2$) g massa per degel.

4.3 Tillverkningen av provkroppar bör ske samma dag som blandningen.

Ställ in deglarna samt stålformarna i ett värmeskåp med temperaturen 145–155°C. Tag ut den första degeln och formen efter ca 30 minuter och töm mastixblandningen med hjälp av en stålspatel ner i stålformen. Stöt formen kort mot en bordskiva för att erhålla en avjämning och placera därefter formstämpeln i formen. Packa blandningen i den statiska pressen med en hastighet av 20 mm/minut tills lastgivaren registrerar 10 kN. Proceduren upprepas för de övriga 8 deglarna. Allt bör vara klart inom 50 minuter räknat från då den första degeln tas ur värmeskåpet.

Forma av provkropparna då de avsvannat till mellan 50–80°C. Detta görs för hand genom att trycka tryckstången försiktigt genom cylindern, med bottenplattan borttagen.

4.4 Luftlagra provkropparna under 24 timmar i rumstemperatur. Tag därefter bort eventuella grader på kroppens över- och undersida med hjälp av ett fint sandpapper. Låt provkropparna stå minst 5 men dock maximalt 14 dagar i rumstemperatur.

Bestäm skrymdensiteten på samtliga provkroppar enligt FAS Metod 427, samt fördela provkropparna så att om både metod A och B skall utföras, varje grupp om tre får likvärdigt medelvärde och standardavvikelse. Bestäm volymen enligt FAS Metod 448 (V1).

5 PROVNING

5.1 Metod A - Vändskak

Undersök minst 3 st provkroppar.

Placera provkropparna i ett vattenbad med en temperatur på $25 \pm 1^\circ\text{C}$ i 30 minuter, för därefter över dem till en perforerad hylla i vacuumexsickatorn och fyll på med rumstempererat avjoniserat vatten till en nivå av 2-3 cm över provkropparna. Sänk trycket gradvis enligt följande schema under 10 minuters tid:

Tabell 2 : Trycksänkning i exsickatorn

	Tryck i mbar	Tid i min
Start	~ 1 000 - 750	1
	750 - 500	1
	500 - 350	2
	350 - 200	2
	200 - 100	2
	100 - 67	2
Resttryck	67 ± 3	150

Håll resttrycket vid 67 ± 3 mbar under 2,5 timmar och låt därefter trycket återgå till atmosfärstryck inom ca 45 sekunder. Låt provkropparna ligga under vatten ytterligare en timme i exsickatorn.

Placera dem sedan i ett vattenbad med temperaturen $40 \pm 1^\circ\text{C}$ under 48 timmar och därefter i ett vattenbad, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ under 30 minuter. Väg provkropparna i luft (M1) enligt FAS 427 samt mät volymen enligt FAS 448 (V2) och beräkna svällningen.

Vändskaken skall stå i ett utrymme som har en rumstemperatur på $18\text{--}25^\circ\text{C}$. Fyll vändskakrören med 750 ml vatten/rör, vattentemperaturen skall vara den samma som i rummet och lägg i en provkropp/rör. Sätt på ändpluggarna efter att ha smörjt in o-ringarna med fett vilket underlättar montering/avmontering av dessa.

Kör Vändskaken i 3600 ± 1 varv. Rören skall ha en rotationshastighet på 20 ± 2 varv/min. Töm rören och skölj varsamt av provkropparna under en vattenkran (vattentemperatur $18\text{--}25^\circ\text{C}$). Väg därefter provkropparna i luft (M2) på samma sätt som efter vattenlagring och beräkna viktsförlusten.

5.2 Metod B – FAS Metod 446 Vattenkänslighetsindex

Analysen utförs enligt FAS Metod 446 med följande ändringar och tillägg:

Provningen utföres på minst 3 st torra och 3 st våtlagrade provkroppar.

Vattenmätta enligt 5.1. Temperera provkropparna i $10 \pm 1^\circ\text{C}$ under 2 timmar.

Tryckbelasta provet med en hastighet 10 ± 1 mm/min och bestäm brottlasten på 1 N när. Tryckbommarna ersätts med plana plattor i båda ändar.

6 BERÄKNING

6.1 Beräkna svällning efter vattenlagring och viktsförlusten efter vändskak i % enligt följande:

Svällning % = $((V2 - V1)/V1) * 100$, med en decimal.

V1 = Volym (torr provkropp)

V2 = Volym (efter vattenlagring)

Viktsförlust % = $((M1 - M2)/M1) * 100$, med två decimaler.

M1 = Vikt i luft (efter vattenlagring)

M2 = Vikt i luft (efter slitage i vändskak)

6.2 Beräkna med två decimaler ITSР–värdet enligt FAS Metod 446 och svällning enligt 6.1.

7 PRECISION, EVENTUELL UPPREPNING

Repeterbarhet : Inte framtaget ännu

Reproducerbarhet : Inte framtaget ännu

8 RAPPORT

Rapportera

- a) Att analys utförts enligt denna metod
- b) ITSР –värdet, medelvärde i hela %.
- c) Viktsförlust i vändskak, medelvärde i %, med en decimal.
- d) Svällning efter vattenlagring som medelvärde i % med en decimal

Vattenkänslighet för finmaterial. Resultat för tolv olika stenmaterial.

*) = Kompaktdensiteten framräknad teoretiskt

Sten- mtrl nr:	Prov	Skrymdensitet FAS 427 g/cm ³	Hålrum *) FAS 413 %	Svällning, efter konditionering FAS 446 Vändskak %		ITSR, kPa FAS 446		Slitage Vändskak %
				Torr	Våt	Torr	Våt	
I	1	1,947			5,37			41,5
	2	1,945		4,06			224	
	3	1,953				968		
	4	1,950		4,26			229	
	5	1,946		5,01			225	
	6	1,945			5,83			44,0
	7	1,943				1026		
	8	1,946				999		
	9	1,942			5,80			46,4

Medel		1,946	21,3	4,4	5,7	998	226	43,9
Std avv		0,003		0,50	0,26	29,0	2,6	2,5

II	1	2,000		1,54			333	
	2	2,001				1190		
	3	2,000						
	4	1,992		1,77			285	
	5	1,995			2,49			14,0
	6	2,000			2,51			15,2
	7	1,986			3,02			18,0
	8	2,000		2,03			256	
	9	1,990				1221		

Medel		1,996	17,8	1,8	2,7	1206	291	15,7
Std avv		0,005		0,25	0,30	21,9	38,9	2,1

III	1	1,989		1,51			517	
	2	1,984		1,22			480	
	3	1,982			1,49			9,0
	4	1,985				1167		
	5	1,988			2,49			9,0
	6	1,987				1142		
	7	1,990				1217		
	8	1,985			1,49			8,0
	9	1,986		1,44			421	

Medel		1,986	17,5	1,4	1,8	1175	473	8,6
Std avv		0,002		0,15	0,58	38,2	48,4	0,6

Sten- mtrl nr:	Prov	Skrymdensitet FAS 427 g/cm ³	Hålrum *) FAS 413 %	Svällning, efter konditionering FAS 446 Vändskak %		ITSR, kPa FAS 446		Slitage Vändskak %
						Torr	Våt	
IV	1	2,017		2,93			323	
	2	2,012			4,06			31,0
	3	2,011		1,67			276	
	4	2,022				1226		
	5	2,011				1256		
	6	2,021		2,41			345	
	7	2,018				1272		
	8	2,009			4,04			29,7
	9	2,019			4,04			31,7

Medel		2,016	16,5	2,3	4,0	1251	315	30,8
Std avv		0,005		0,63	0,01	23,4	35,2	1,0

V	1	2,039		1,03			396	
	2	2,038				1444		
	3	2,034			1,53			25,0
	4	2,035		0,57			363	
	5	2,043		1,07			391	
	6	2,038			1,02			20,9
	7	2,039				1495		
	8	2,043				1524		
	9	2,042			1,52			24,2

Medel		2,039	13,9	0,9	1,4	1488	383	23,4
Std avv		0,003		0,28	0,29	40,5	17,8	2,2

VI	1	1,948		1,47			358	
	2	1,941		0,59			320	
	3	1,948				1247		
	4	1,945		1,45			337	
	5	1,943			1,93			20,0
	6	1,942				1243		
	7	1,947				1219		
	8	1,936			2,93			22,0
	9	1,947			2,94			21,1

Medel		1,944	18,2	1,2	2,6	1236	338	21,0
Std avv		0,004		0,50	0,58	15,1	19,0	1,0

Sten- mtrl nr:	Prov	Skrymdensitet FAS 427 g/cm ³	Hålrums *) FAS 413 %	Svällning, efter konditionering FAS 446 Vändskak %		ITSR, kPa FAS 446		Slitage Vändskak %
						Torr	Våt	
VII	1	2,042			2,56			26,0
	2	2,036				1199		
	3	2,029			3,06			28,4
	4	2,040		1,89			273	
	5	2,034		1,83			279	
	6	2,048				1290		
	7	2,046		1,99			267	
	8	2,035				1240		
	9	2,044			3,06			25,5

Medel		2,039	16,0	1,90	2,90	1243	273	26,7
Std avv		0,006		0,08	0,29	45,6	6,0	1,6

VIII	1	2,008				1233		
	2	2,006		0,72			343	
	3	2,010				1334		
	4	2,008			1,00			22,5
	5	2,005			1,00			25,9
	6	2,009		0,59			322	
	7	2,001			1,01			24,5
	8	2,004				1368		
	9	2,002		0,42			307	

Medel		2,006	15,3	0,6	1,0	1312	324	24,3
Std avv		0,003		0,2	0,0	70,2	18,1	1,7

IX	1	2,049		0,67			334	
	2	2,049				1361		
	3	2,055			2,58			27,0
	4	2,055		0,86			383	
	5	2,051		1,18			374	
	6	2,043			1,53			26,4
	7	2,054				1357		
	8	2,050			2,06			26,0
	9	2,057				1428		

Medel		2,051	13,9	0,90	2,06	1382	364	26,5
Std avv		0,004		0,3	0,5	39,9	26,1	0,5

Sten- mtrl nr:	Prov	Skrymdensitet FAS 427 g/cm ³	Hålrums *) FAS 413 %	Svällning, efter konditionering FAS 446 Vändskak %		ITSR, kPa FAS 446		Slitage Vändskak %
						Torr	Våt	
X	1	2,021		0,65			418	
	2	2,020				1297		
	3	2,020			1,01			17,6
	4	2,023			1,01			17,2
	5	2,018		1,40			407	
	6	2,023		1,16			390	
	7	2,015			1,51			14,6
	8	2,021					1313	
	9	2,029					1342	

Medel		2,021	15,2	1,1	1,2	1317	405	16,4
Std avv		0,004		0,4	0,3	22,8	14,1	1,6

XI	1	2,118		1,50			347	
	2	2,122			2,66			21,6
	3	2,125			2,12			19,6
	4	2,127				1259		
	5	2,125		2,33			384	
	6	2,122		3,00			377	
	7	2,118				1200		
	8	2,116			2,12			19,6
	9	2,123				1398		

Medel		2,122	15,0	2	2	1286	369	20,2
Std avv		0,004		0,8	0,3	101,7	19,7	1,2

XII	1	2,256			1,70			11,2
	2	2,259			1,70			11,3
	3	2,258				1439		
	4	2,259		2,02			673	
	5	2,257		1,48			588	
	6	2,260				1521		
	7	2,249			0,56			10,7
	8	2,252		1,54			665	
	9	2,253				1568		

Medel		2,256	13,4	2	1	1509	642	11,1
Std avv		0,004		0,3	0,7	65,3	46,9	0,3

Resultat av ringanalys - viktsförlust %

Tillverkning laboratorium 1

Analys Lab	Stenmaterial				
	A	B	C	D	E
	Enskilda resultat				
1	18,6	8,0	50,3	20,1	13,4
	18,0	9,3	49,0	19,1	13,3
	18,4	8,2	50,1	18,1	14,1
2	18,8	8,8	49,9	19,5	14,3
	19,3	8,0	52,4	19,1	14,2
	18,7	8,8	48,0	19,8	14,5
3	20,4	7,5	57,4	19,7	15,6
	18,9	7,5	54,0	20,5	13,8
	17,8	8,0	55,2	20,0	14,2
	Medelvärde				
1	18,3	8,5	49,8	19,1	13,6
2	18,9	8,5	50,1	19,5	14,3
3	19,0	7,7	55,5	20,1	14,5
	Standardavvikelse				
1	0,31	0,70	0,70	1,00	0,44
2	0,32	0,46	2,21	0,35	0,15
3	1,31	0,29	1,72	0,40	0,95

Tillverkning laboratorium 2

Analys Lab	Stenmaterial				
	A	B	C	D	E
	Enskilda resultat				
1	21,9	8,2	56,2	25,3	17,3
	18,9	7,8	49,7	21,8	16,9
	19,4	7,6	50,1	20,9	17,3
2	22,7	10,7	56,5	22,0	18,3
	20,3	10,0	55,7	20,4	19,3
	18,1	9,7	55,4	19,7	16,4
3	21,3	9,6	57,7	25,6	17,8
	19,3	8,9	68,7	22,6	16,5
	19,2	8,8	60,3	22,2	16,4
	Medelvärde				
1	20,1	7,9	52,0	22,7	17,2
2	20,4	10,1	55,9	20,7	18,0
3	19,9	9,1	62,2	23,5	16,9
	Standardavvikelse				
1	1,61	0,31	3,64	2,32	0,23
2	2,30	0,51	0,57	1,18	1,47
3	1,18	0,44	5,75	1,86	0,78

Tillverkning laboratorium 3

Analys Lab	Stenmaterial				
	A	B	C	D	E
	Enskilda resultat				
1	19,2	10,0	46,7	22,0	15,9
	17,2	9,1	49,9	20,5	15,0
	18,8	11,1	49,9	20,8	15,9
2	19,9	10,5	48,7	21,8	17,4
	19,2	9,8	49,7	21,6	17,0
	20,1	9,4	54,6	21,1	15,3
3	19,7	9,1	58,7	21,4	15,9
	20,0	8,6	55,5	20,7	15,7
	19,1	8,9	53,7	20,6	14,5
	Medelvärde				
1	18,4	10,1	48,8	21,1	15,6
2	19,7	9,9	51,0	21,5	16,6
3	19,6	8,9	56,0	20,9	15,4
	Standardavvikelse				
1	1,06	1,00	1,85	0,79	0,52
2	0,47	0,56	3,16	0,36	1,12
3	0,46	0,25	2,53	0,44	0,76

Ringanalys - Resultat svällning %

Tillverkning laboratorium 1

Analys Lab	Stenmaterial				
	A	B	C	D	E
1	0,8	0,5	3,4	0,6	1,6
	1,6	0,8	3,6	0,0	2,1
	1,9	1,0	3,4	0,0	1,9
2	1,7	0,5	3,6	1,6	1,4
	1,9	0,9	4,0	1,3	1,6
	1,5	1,0	4,1	1,4	1,3
3	2,8	1,7	5,9	1,9	2,1
	3,7	1,6	5,7	0,4	2,6
	1,7	0,7	5,5	0,3	2,5
Medelvärde					
1	1,4	0,8	3,5	0,2	1,9
2	1,7	0,8	3,9	1,4	1,4
3	2,7	1,3	5,7	0,9	2,4
Standardavvikelse					
1	0,6	0,3	0,1	0,3	0,3
2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
3	1,0	0,6	0,2	0,9	0,3

Tillverkning laboratorium 2

Analys Lab	Stenmaterial				
	A	B	C	D	E
1	3,3	1,6	6,5	2,3	3,4
	3,5	1,7	5,9	2,4	3,0
	3,5	2,1	6,0	2,7	2,9
2	1,5	0,0	3,6	0,8	2,1
	1,4	-0,1	3,9	1,3	2,7
	1,1	0,1	4,7	1,2	2,4
3	3,9	1,4	1,8	0,2	2,2
	4,5	1,7	3,7	0,3	2,6
	4,3	0,6	2,6	1,0	2,7
Medelvärde					
1	3,4	1,8	6,1	2,5	3,1
2	1,3	0,0	4,1	1,1	2,4
3	4,2	1,2	2,7	0,5	2,5
Standardavvikelse					
1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3
2	0,2	0,1	0,6	0,3	0,3
3	0,3	0,6	1,0	0,4	0,3

Tillverkning laboratorium 3

Analys Lab	Stenmaterial				
	A	B	C	D	E
1	2,9	0,1	5,4	1,3	0,7
	4,0	0,4	6,5	1,5	1,3
	3,3	1,1	6,2	1,2	1,3
2	3,1	0,1	4,8	1,8	2,6
	3,1	2,8	4,8	1,8	0,8
	2,4	1,3	4,1	1,4	2,6
3	4,9	1,4	6,7	-0,8	0,6
	3,8	0,5	6,6	-0,9	0,1
	3,5	2,6	7,2	-0,5	0,7
Medelvärde					
1	3,4	0,5	6,0	1,3	1,1
2	2,9	1,4	4,6	1,7	2,0
3	4,1	1,5	6,8	-0,7	0,5
Standardavvikelse					
1	0,6	0,5	0,6	0,2	0,3
2	0,4	1,4	0,4	0,2	1,0
3	0,7	1,1	0,3	0,2	0,3

Ringanalys - Resultat skrymdensitet g/cm³

Tillverkning laboratorium 1

Analys Lab	Stenmaterial				
	A	B	C	D	E
	Enskilda resultat				
1	1,996	2,006	1,952	1,991	2,281
	2,001	2,006	1,957	1,976	2,300
	1,981	1,986	1,942	1,986	2,287
2	1,995	2,013	1,949	2,036	2,291
	1,991	2,000	1,960	2,040	2,288
	2,006	2,000	1,967	2,040	2,288
3	1,991	2,001	1,957	2,037	2,267
	1,991	1,991	1,952	2,026	2,281
	1,991	1,991	1,952	2,041	2,285
	Medelvärde				
1	1,993	1,999	1,950	1,984	2,289
2	1,997	2,004	1,959	2,039	2,289
3	1,991	1,994	1,954	2,035	2,278
	Standardavvikelse				
1	0,010	0,012	0,008	0,008	0,010
2	0,008	0,008	0,009	0,002	0,002
3	0,000	0,006	0,003	0,008	0,009

Tillverkning laboratorium 2

Analys Lab	Stenmaterial				
	A	B	C	D	E
	Enskilda resultat				
1	1,986	1,996	1,938	2,021	2,243
	1,996	1,996	1,952	2,011	2,230
	1,996	2,001	1,957	2,001	2,243
2	1,992	1,987	1,952	2,023	2,247
	1,992	1,992	1,945	2,029	2,252
	2,000	1,992	1,953	2,025	2,259
3	1,991	1,991	1,957	2,021	2,250
	1,991	1,996	1,957	2,011	2,248
	2,001	1,996	1,957	2,021	2,243
	Medelvärde				
1	1,993	1,998	1,949	2,011	2,239
2	1,995	1,990	1,950	2,026	2,253
3	1,994	1,994	1,957	2,018	2,247
	Standardavvikelse				
1	0,006	0,003	0,010	0,010	0,007
2	0,005	0,003	0,004	0,003	0,006
3	0,006	0,003	0,000	0,006	0,004

Tillverkning laboratorium 3

Analys Lab	Stenmaterial				
	A	B	C	D	E
	Enskilda resultat				
1	2,016	2,001	1,962	2,037	2,274
	2,011	1,981	1,952	2,037	2,281
	1,996	1,986	1,957	2,042	2,280
2	1,990	1,984	1,967	2,037	2,271
	2,004	1,996	1,976	2,038	2,282
	1,996	1,985	1,955	2,040	2,286
3	1,998	1,976	1,954	2,037	2,281
	1,998	1,986	1,968	2,022	2,302
	1,998	1,971	1,964	2,037	2,294
	Medelvärde				
1	2,008	1,989	1,957	2,039	2,278
2	1,997	1,988	1,966	2,038	2,280
3	1,998	1,978	1,962	2,032	2,292
	Standardavvikelse				
1	0,010	0,010	0,005	0,003	0,004
2	0,007	0,007	0,010	0,002	0,008
3	0,000	0,008	0,007	0,009	0,011

Glimmerhaltsbestämning enligt VV Metod-613 och SP Metod-1441

OPERATÖR I

VV METOD-613

Andelar av material i %

Material	Mineral									Totalt mdv
	Muskovit			Biotit			Klorit			
	Fraktion mm			Fraktion mm			Fraktion mm			
	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	
A	0,6	0,3	0,5	6,4	5,4	4,5	0,2	0,1	0,3	5,4
B	1,8	1,4	1,2	12,4	9,3	7,4	0,7	0,4	0,6	9,7
C	0	0	0	45	43	37	4,2	3,7	4,5	45,8
D	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2
E	0	0	0	3,9	3,3	3,5	0,4	0,5	0,5	4,0

SP METOD-1441

Andelar av material i %

Material	Mineral									Totalt mdv
	Muskovit			Biotit			Klorit			
	Fraktion mm			Fraktion mm			Fraktion mm			
	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	
C	0	0	0	44,6	39,5	36,5	4,5	4,3	5,5	45,0
D	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1
E	0	0	0	4,1	3,5	3,4	0,3	0,4	0,6	3,8

OPERATÖR II

VV METOD-613

Andelar av material i %

Material	Mineral						Glimmer totalt mdv
	Muskovit			Biotit			
	Fraktion mm			Fraktion mm			
	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	
A	0,5	0	0	30	23	11	22
B	1	0	0	6	5	1	4
C	0,5	0	1	43,5	45	42,5	44
D	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0,5	0	0	0

SP METOD-1441

Andelar av material i %

Material A					
Fraktion mm	Mineral				
	Fältspat	Quartz	Biotit	Amfibolit	Bergfrag.
0,125-0,25	71		26	1	3
0,25-0,5	71		17	2	11
0,5-1	30	28	13	1	28
1-2	21	23	2	0	54
Medelhalt			14,5	1	24

Material B					
Fraktion mm	Mineral				
	Fältspat	Quartz	Biotit	Amfibolit	Bergfrag.
0,125-0,25	80		0	18	2
0,25-0,5	75		0	13	12
0,5-1	32	26	0	13	29
1-2	30	15	0	13	42
Medelhalt			0	14	21