



SBUF Rapport
11856

Författare
Erik Malmqvist
Lars Jansson

Datum
2008-07-10

Telefon
0733-84 85 70

Beständiga Beläggningar

Delrapport Etapp 3



1.	SAMMANFATTNING	3
2.	SYFTE.....	4
3.	INLEDNING.....	4
4.	BAKGRUND	5
4.1	..... Stenmaterial	5
4.2	..... Bitumen	6
5.	FUNKTIONELLA TESTMETODER.....	7
5.1	..... Wheel-track test	7
5.2	..... Prall test:	7
5.3	..... Cantabro:	7
5.4	..... Vattenkänslighet:	7
5.5	..... Rullflaska	8
5.6	..... Osmotisk vattenlagring, med frys-tö lagring	8
6.	RESULTAT	9
6.1	..... Väg 226, Huddingevägen, Stockholm	9
	Wheel-track test (APA)	11
	Prall-test.....	12
	Cantabrotest	13
	Vattenkänslighet	14
	Rullflaska	16
	Rullflaska	16
6.2	..... Almanacksvägen, Göteborg	17
	Wheel-track test (APA)	19
	Prall-test.....	20
	Cantabrotest	21
	Vattenkänslighet	22
	Rullflaska	23
6.3	..... E4 Hyllinge	24
	Wheel-track test (APA)	26
	Prall-test.....	27
	Cantabrotest	28
	Vattenkänslighet	29
	Vägytemätning	30
	Rullflaska	31
6.4	..... E6 Åbromotet	33
	Wheel-track test (APA)	35
	Prall-test.....	36
	Cantabrotest	37
	Vattenkänslighet	38
	Rullflaska	39
7	SLUTSATS	40

1. Sammanfattning

Projektet ”Beständiga asfaltbeläggningar” har pågått under sex år och borrhörnar har med jämna intervall tagits upp ur beläggningen för att undersöka hur trafik, vatten, salt och andra faktorer påverkar slitlagrets nedbrytning. Fyra olika objekt har belagts med ABS-beläggning där effekten av tillsatsmedel som Wetfix I, hydratkalk och cement provats. På två provytor har även SBS-polymermodifierat bindemedel använts. Borrhörnar togs upp ur beläggningen i samband med utläggningen och analyserats med ett antal olika funktionella metoder för att avgöra hur beläggningen såg ut vid projektets början. Efter tre år togs åter provkroppar upp för att undersöka hur de funktionella egenskaperna har förändrats. I denna rapport redovisas provningar som utförts på provkroppar tagna ur beläggningen efter sex år. Resultaten av de funktionella testerna har även jämförts med de från tidigare undersökningar.

Vidhäftningen mellan stenmaterialet och bindemedlet har undersökts enligt rullflaskemetoden. Resultaten visar att samtliga referenser haft mycket dålig vidhäftning. Tillsättning av endast egenfiller har i vissa fall inte givit någon effekt i andra fall endast en begränsad effekt. En viss skillnad i vidhäftningsresultat kan dock skönjas vid användandet av olika filler. Detta borde innebära att kvaliteten på egenfillret också har en inverkan på vidhäftningen.

Vidhäftningen har däremot visats sig vara mycket bra i rullflaskeförsöken på alla prov där något av vidhäftningsmedlen Wetfix I, hydratkalk eller cement använts.

Efter sex år som trafikerad beläggning börjar man se att beläggningarna på trafikplats E4 Hyllinge har påverkats av trafiken. Beläggningarna med vidhäftningsmedel och SBS-modifierat bitumen har stått emot slitage och nedbrytning bättre än beläggningar utan vidhäftningsmedel. Att effekten har börjat på Hyllinge före Huddingevägen samt Almanacksvägen beror troligtvis på att hålrummen på Hyllinge var något högre initialt vilket har gjort det möjligt för vatten att tränga ner i beläggningen. Vi ser också i provning av Cantabro att åldringen av bitumenet har gått fort och beläggningen, framförallt referensytan, har blivit sprödare och provkropparna har brutits ner kraftigt.

Resultaten från projektet visar att låga hålrum är extremt viktiga för en god beständighet på slitlagerbeläggningar. Låga hålrum innebär mindre påverkan av vatten och vägsalt samt förlängd åldringsprocess då bindemedlet oxiderar långsammare. Ett lågt hålrum riskerar samtidigt att försämra stabilitetsegenskaperna hos asfaltbeläggningen. Användande av SBS-bitumen kompenserar därför risken för dåliga stabilitetsegenskaper vid proportionering mot låga hålrum.

2. Syfte

Projektet syftar till att bedöma långtidseffekterna av vidhäftningsaktiva filler, aminer och SBS-polymer modifierat bindemedel. Projektet drivs i samarbete mellan Peab och Skanska samt ett antal statliga och kommunala väghållare. Under de 6 år som projektet pågår görs 3 uppföljningar. En uppföljning genomfördes direkt vid utläggning samt efter 3 respektive 6 år.

Undersökningen bedrivs som en jämförande studie med en referensbeläggning utan vidhäftningsmedel och med ett konventionellt bitumen.

Studien syftar till att bedöma det funktionella mervärdet för den kvalitetshöjande åtgärden.

3. Inledning

Under åren innan projektet Beständiga beläggningar startades uppkom det ett större antal skador på ABS-beläggningar på många håll i Sverige. Flera av dessa skador har varit av typen sten och materialsläpp. En ABS-beläggning med sin öppna makrotextur är känsligare för fukt och salt inträngning. Med fukt och saltlösning stående inne i en beläggning ökar risken för stripping, stensläpp och andra fuktrelaterade skador. Problematiken har diskuterats mellan Vägverket och asfaltindustrin i Sverige. Förhoppningen är att detta projekt ska belysa dessa problem och även finna åtgärder för att komma tillrätta med dem.

Resultaten från etapp 1 som utfördes under år 2000 visade att användningen av något vidhäftningsmedel påverkade vidhäftningen positivt. Detta visade sig tydligast i rullflaskeförsöken men även vattenkänslighetsanalyserna och ITSR-talet gav en indikation på att vidhäftningen mellan sten och bindemedel påverkades positivt vid användningen av vidhäftningsmedel.

Tidigare har ett flertal internationella studier och svenska erfarenheter entydigt visat på positiva effekter av vidhäftningsmedel i bärlagerbeläggningar, AG-massor

I ett flertal länder i Europa föreskrivs dessutom användandet av SBS-polymermodifierat bitumen i ABS beläggningar. Detta bitumen med sin höga inre kohesion och flexibilitet bidrar därmed till en avsevärt förbättrad beständighet hos en asfaltbeläggning.

Skanska och Peab har parallellt men var för sig studerat den vidhäftningsbefrämjande effekten hos både hydratkalk, cement och Wetfix. Samtliga analysresultat visar på väsentligt förbättrade beständighetsegenskaper hos beläggningar genom tillsättning av något av dessa vidhäftningsmedel. VTI, Peet Höbeda, Jerry Chytla, har också studerat effekten av vidhäftningsbefrämjande tillsatsmedel (VTI notat 54-1999). Denna rapport visar också på positiva effekter efter tillsättandet av vidhäftningsmedel.

4. Bakgrund

I projektet ingår 4 olika objekt innehållande 3 eller 4 olika provvytor vardera. Beläggningen har utgjorts av en ABS16 massa med olika tillsatser förutom på Almanacksvägen i Göteborg där beläggningen utgjordes av en ABS11 massa. Inom samtliga objekt har en referenssträcka med vanligt 70/100 bitumen lagts. De vidhäftningsmedel som har använts i projektet är Wetfix I, hydratkalk samt cement. Dessutom har på vissa objekt polymermodifierat bitumen av typ SBS använts. Samtliga beläggningar lades under hösten år 2000.

De olika objekten är E4 Hyllinge, Helsingborg, E6 Åbromotet (har ej kompletterats under 2006), Mölndal, Almanacksvägen i Göteborg samt Väg 226, Huddingevägen Stockholm. Följande beläggningstyper har lagts på respektive sträcka (tabell 1).

Objekt	70/100 ref.	70/100 cement	70/100 hydratkalk	70/100 Wetfix I	SBS	SBS/ hydratkalk	SBS/ Wetfix I
E4 Hyllinge	x				x	x	x
E6 Åbromotet	x		x			x	
Almanacksvägen	x	x	x	x			
Väg 226 Sthlm	x	x	x	x			

Tabell 1. Översikt av de olika provbeläggningarna som finns lagda på respektive provsträcka.

På samtliga objekt har ett stort antal borrhärdar tagits upp ur beläggningen för funktionell provning av olika beständighetsrelaterade egenskaper såsom stabilitet, vidhäftningsförmåga samt nötningsresistens.

4.1 Stenmaterial

De stenmaterial som användes varierade i kvalitet för varje objekt beroende på beställarens krav och lokal tillgänglighet. De material som användes inom samtliga objekt redovisas nedan med tillhörande materialdata (tabell 2).

Objekt	Leverantör	Typ	Kulkvarn	Spröd	Flis	Densitet
E4 Hyllinge	Södra Sandby	Kvartsit	10,6	46	1,32	2,63
E6 Åbromotet	Kärr (11-16)	Kvartsit	5,6	43	1,27	2,64
E6 Åbromotet	Dalbo (8-11)	Kvartsit	5,1	42	1,31	2,64
Almanacksv.	Kålleröd	Granit	9,9	31	1,35	2,78
Väg 226 Sthlm	Råsjö (8-11)	Kvartsit	5,6	47	1,35	2,63
Väg 226 Sthlm	Norrhult (11-16)	Porfyr	3,7	42	1,29	2,65

Tabell 2. Översikt av vilka stenmaterial samt deras egenskaper för respektive provsträcka.

De fraktioner som provades med avseende på kulkvarn, spröd och flis samt korndensitet har varit 11-16 fraktionen. För Almanacksvägen provades 8-11 fraktionen då detta var den maximala stenstorleken på detta objekt. På E6 Åbromotet samt väg 226 i Stockholm varierade stenmaterialet mellan fraktionerna. På väg 226 bestod 11-16 fraktionen av porfyr medan 8-11 fraktionen bestod av Råsjökvartsit. På Åbromotet levererades kvartsiten från två olika täkter. 11-16 fraktionen levererades från Kärr medan 8-11 och 4-8 fraktionen kom från Dalbo.

4.2 Bitumen

Objekt	Prod.	Pen. 25°C	Mjukp. (vatten)	Visk. 60°C
Väg 226	B 70/100 Blandbas	93 mm/10	45,0°C	155 Ns/m ²
Almanacks vägen	B 70/100 Laguna	85 mm/10	46,5°C	170 Ns/m ²
E4 Hyllinge	B 70/100 Westbit	80 mm/10	47,4°C	149 Ns/m ²
E4 Hyllinge	SBS 50/100-75	83 mm/10	80,0°C	22,7 Ns/m ² , 135°C 4,70 Ns/m ² , 170°C
E6 Åbromotet	B 70/100 Laguna	85 mm/10	46,5°C	170 Ns/m ²
E6 Åbromotet	SBS 50/100-75	83 mm/10	80,0°C	22,7 Ns/m ² , 135°C 4,70 Ns/m ² , 170°C

Tabell 3. Översikt av vilka bitumen och dessa egenskaper som använts på respektive provsträcka

Uppgifterna om bitumen kommer från bitumenleverantörerna (tabell 3). Som standardbitumen, referensbitumen, användes en B70/100 från Nynäs. Leveranserna kom från Nynäs depåer i Södertälje respektive Göteborg. SBS-bitumen levererades från Danmark och var tillverkat av Pankas vid Själlands Emulsionsfabrik I/S.

5. Funktionella testmetoder

Vid den funktionella provningen har borrhärnor testats med avseende på olika parametrar. Dels har torra borrhärnor testats. Dessutom har borrhärnor vid första uppföljningen utsatts för en osmotisk vattenlagring med påföljande frys-tö lagring undersökts.

De funktionella provningsmetoder som använts är följande:

5.1 Wheel-track test

Används för att kontrollera beläggningens deformationsresistens, stabilitet. Provkropparna har testats i Asphalt Pavement Analyzer, APA, och resultatet redovisas som ett spår djup efter 8000 överfarter. APA är en wheeltrack- utrustning där ett hjul rullar fram och tillbaka över en gummislang som ligger an mot provkroppen. Proverna från första året var osmotiskt vattenkonditionerade och frys-tö lagrade i 20 dygn. Vid 3 och 6 års uppföljning har det ansetts att sådan vattenlagring inte behövdes då de legat på vägen. Testen sker vid 50°C med en axellast av 45 kg och ett ringtryck på 7 bar. På samtliga provytor har 6 stycken provkroppar borrats upp.

5.2 Prall test:

Prall används för att mäta nötningsresistensen hos en beläggning. 40 stålkulor läggs på en provkropp i en behållare som sedan rör sig vertikalt med ca 950 svängningar/minut. Provkroppen slits och resultatet redovisas som ett Prall-tal som är den bortnötta volymen hos provkroppen. Det bortnötta materialet transporteras bort med cirkulerande vatten. Provkropparna lagras i 5 timmar i 5 gradigt vatten innan testen påbörjas. Från varje provyta har 5 provkroppar borrats upp. Dessa har tagits i fem olika punkter spridda över ytan vilket innebär att resultaten, inom varje yta, kan variera då skrymdensitet och packningsgrad inte är konstant över hela ytan.

5.3 Cantabro:

Cantabrotesten är en provningsmetod för bestämning av resistens mot mekanisk påverkan, avseende asfaltmassans kohesion. Provkropparna från år 2000 är tillverkade på laboratoriet genom gyratorisk packning. Vid första uppföljningen testades en serie torrt och en serie efter osmotisk vattenlagring/frys-tö. Provkropparna läggs i en roterande trumma, Los Angeles trumma. Viktförlusten mäts och redovisas i procent. Vid 3 och 6 års uppföljningar har provkroppar tagits upp från vägen.

5.4 Vattenkänslighet:

Vattenkänslighetstest mäter beläggningens förmåga att tåla vatten. En torr grupp jämförs med en vattenlagrad grupp provkroppar. Vid tillverkning provades vattenlagrade provkroppar i 7 dygn samt osmotiskt vattenlagrade och frys-tö lagrade provkroppar testats. Pressdragvärden, uppmätta i kPa, på torra, vattenlagrade och vinterkonditionerade jämförs. Resultatet redovisas som det procentuella pressdragvärdet för de vattenlagrade/vinterkonditionerade provkropparna relaterat till de torra. Vid de senare uppföljningarna har våta pressdraghållfastheter jämförts med torra pressdraghållfastheter från år 2000. Även i denna test har provkropparna borrats upp från 5 olika punkter, spridda över provytan, varvid resultatet kan variera mellan provkropparna.

5.5 Rullflaska

Rullflaskemetoden mäter bindningsförmågan, vidhäftningen, mellan stenmaterialet och bindemedlet. En bestämd mängd stenmaterial blandas med en bestämd mängd bindemedel och placeras i en flaska. Därpå tillsätts en bestämd mängd vatten och flaskorna placeras på ett rullbord. Efter 4 timmar görs en första okulär avläsning hur stor del av stenarna som fortfarande är täckta av bindemedel. Flaskorna fortsätter att rotera och efter ytterligare 20 timmar görs en ny avläsning. Avläsningar görs sedan efter 48 timmar och 72 timmar. I projektet användes stenmaterial av fraktionen 8-11. Förutom referensbindemedlet tillsattes även cement, hydratkalk samt wetfix I till bindemedlet för att se hur dessa tillsatser påverkade vidhäftningen. Dessutom undersöktes vidhäftningen på SBS-bitumen. Undersökningen av rullflaska har endast skett i intialskedet av projektet.

5.6 Osmotisk vattenlagring, med frys-tö lagring

I projektet ingick att undersöka vad som hände med beläggningen vid osmotisk konditionering och frys-tö växlingar. Asfaltsbeläggningar bryts ned framförallt på senvintern när väglagren är mättade med vatten och saltkoncentrationerna höga. Den osmotiska vattenlagringen syftar till att bygga upp ett osmotiskt tryck med hjälp av mättad saltlösning. Det osmotiska trycket ska göra att mer vatten tränger in i provkroppen för att osmotiskt tryckutjämna skillnader i saltkoncentration mellan vatten i provkroppen och omgivande vatten. Metoden med den osmotiska vattenlagringen kommer från VTI där försök gjorts tidigare. Provkropparna konditioneras först i en saltmättad lösning för att därefter konditioneras i destillerat vatten. Detta förfarande ska försöka efterlikna förloppet med en saltad vägbana som utsätts för saltfri nederbörd.

Kortfattat utfördes den osmotiska vattenlagringen på följande sätt:

- Vakuummätning i 3 timmar i koncentrerad saltlösning (NaCl)
- Lagring 48 timmar i destillerat vatten 40 °C
- Ny vakuummätning i 3 timmar i destillerat vatten
- Lagring 48 timmar i destillerat vatten 40°C
- 20 dygns frys-tö cykler a 12 timmar mellan -20°C till 20°C

Enligt VTI bör provkropparna ha ett hålrum på minst 5 % för att permeabiliteten ska vara tillräcklig. Detta för att kunna påvisa skillnader i analysresultat mellan torra och våta provkroppar. Inom projektet var det få av provkropparna som levde upp till detta krav.

Vid tre-års uppföljningen utfördes ingen vinterkonditionering med osmotisk vattenlagring följt av frys-tö växlingar. De resultat som uppmätes år 2000 kan dock till viss del jämföras med resultaten efter 3 års åldring på väg.

6. Resultat

Resultaten redovisas objekt för objekt.

6.1 Väg 226, Huddingevägen, Stockholm

På väg 226 belades en cirka 1200 m lång sträcka. Fyra olika provtyper gjordes med standardbitumen B70/100. Som tillsatsmedel användes cement, hydratkalk och wetfix I. Sträckorna ligger enligt följande.

Provsträcka 1, referens 0/000 – 0/301
Provsträcka 2, hydratkalk 0/301 – 0/613
Provsträcka 3, cement 0/613 – 0/911
Provsträcka 4, wetfix I 0/911 – 1/210

0/000 sektionen påbörjas 112 meter från korsningen Huddingevägen-Regulatorvägen och sträckningen på objektet är från Flemmingsberg mot Tumba. Vägen är högratifierad med mycket trafik framförallt i rusningstid. Vid trafikmätning 1997 var årsdygnstrafiken på sträckan 12770 fordon varav drygt 6 % utgjordes av tung trafik.

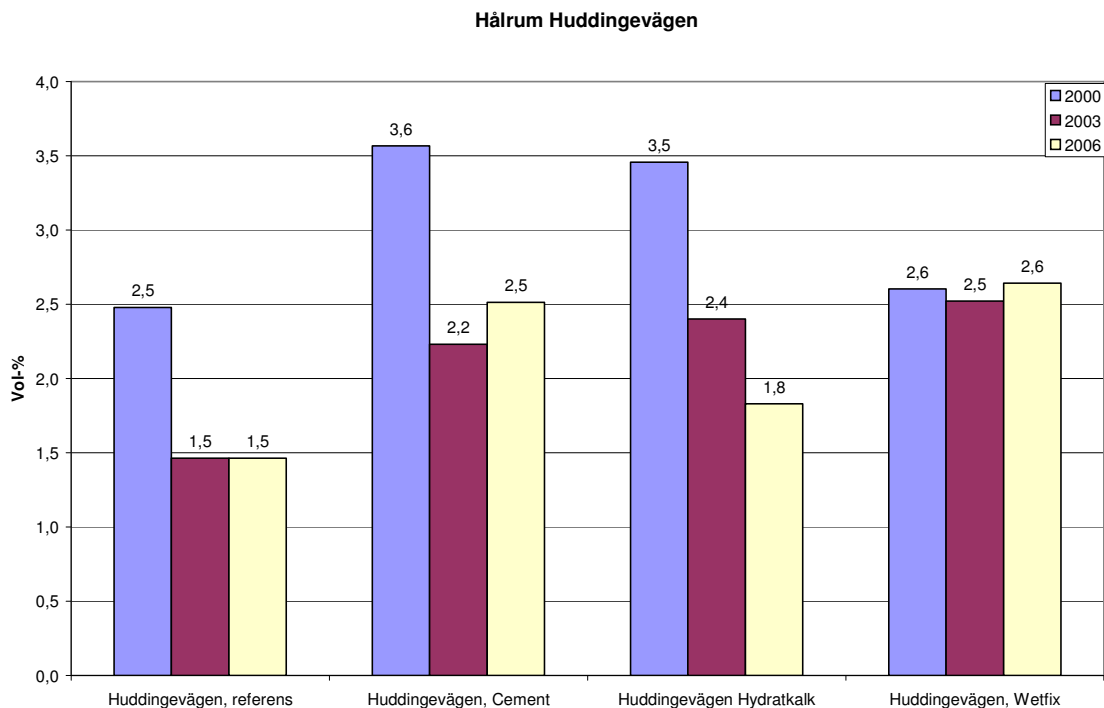


Diagram 1. Förändringen i hålrum (medelvärden) år för år på provkroppar upptagna från Huddingevägen.

Vid analys av förändringen i hålrumshalt ser man att efterpackning av beläggningen har skett på alla provtyper utom provytan med Wetfix (diagram 1). Beläggningar med cement och hydratkalk som hade högst hålrum år 2000 har även efterpackats mest. Provyta med Wetfix har inte utsatts för någon efterpackning.

Undersökningen av wheel-track visar att provsträckor med referensbeläggning och beläggning med Wetfix under uppföljningen 2006 hårdnat och blivit stabilare (diagram 2). Troligtvis beror det på att bitumenet i beläggningen oxiderats. Att spårdjupen i wheel-track var lika under uppföljning 2000

och 2003 beror troligtvis på att provkroppar från år 2000 inte påverkats av frys-tö lagringen. Provkroppar från provytor med cement och hydratkalk visar ungefär samma mönster där spårdjupen i wheel-track är på samma nivåer 2006 som år 2000 men att spårdjupen 2003 är betydligt större. Beroende på ett högre hålrum har dessa troligtvis påverkats mer av frys-tö lagringen och styvnat till under denna i samma grad som beläggningen har styvnat till under 6 år på vägen. Prall-testerna från år 2000 visar inte på någon stor skillnad mellan de olika beläggningarna (diagram 3). Provningen 2003 visar ånyo ingen skillnad mellan de olika provsträckorna, däremot är värdet av prallnötningen nästan halverat. Under uppföljning 2006 ligger prallvärdena i samma nivåer som år 2000. Uppföljningen år 2006 visar heller ingen större skillnad mellan de olika provytorna. Ytan med cement har ett något lägre prallvärde än övriga ytor. Cantabrottesten visar inte heller på några större skillnader år 2000 (diagram 4). Provningen år 2003 visar i stort sett liknande värden som de vinterkonditionerade provkropparna år 2000. År 2006 Visar det sig att provytor med referens och hydratkalk har samma nötning som vid första uppföljning år 2000. Provytor med cement och Wetfix har samma nötning som de vinterkonditionerade provkropparna 2000. År 2000 kunde inga direkta slutsatser dras från resultaten av vattenkänslighetstesten från Huddingevägen (diagram 5,6 och 7). Dock kan sägas att referensbeläggningens relativt sett höga vidhäftningstal är en effekt av det låga hålrummet och den därmed lägre upptagna vattenmängden (se rapport 2001). Vid 2006 års uppföljning visar det sig att samtliga provytor har höga ITS-kvoter där våtlagrade provkroppar har jämförts med torrlagrade från 2000 (diagram 6). Om man istället gör jämförelsen mellan våta och torra provkroppar från varje år ser man att tillståndet på samtliga dessa ytor är väldigt bra (diagram 7). Rullflasketesterna visar dock mycket tydligt utslag. Redan efter 4 timmar visar sig stenmaterialet där vidhäftningsmedel tillsatts ha en bättre vidhäftning. Skillnaden i täckningsgrad på blandningar med vidhäftningsmedel jämfört med de utan förstärks ju längre testen fortlöper. Noterbart är att tillsättning av egenfiller inte förbättrar vidhäftningen jämfört med det fall då enbart stenmaterial ingår, dvs. egenfillret har i sig ingen vidhäftningsbefrämjande effekt.

Wheel-track test (APA)

Testdata:
Borrkärnor 150 mm
Temperatur: 50°C
Axellast: 45 kg
Ringtryck: 7 bar
Överfarter: 8000

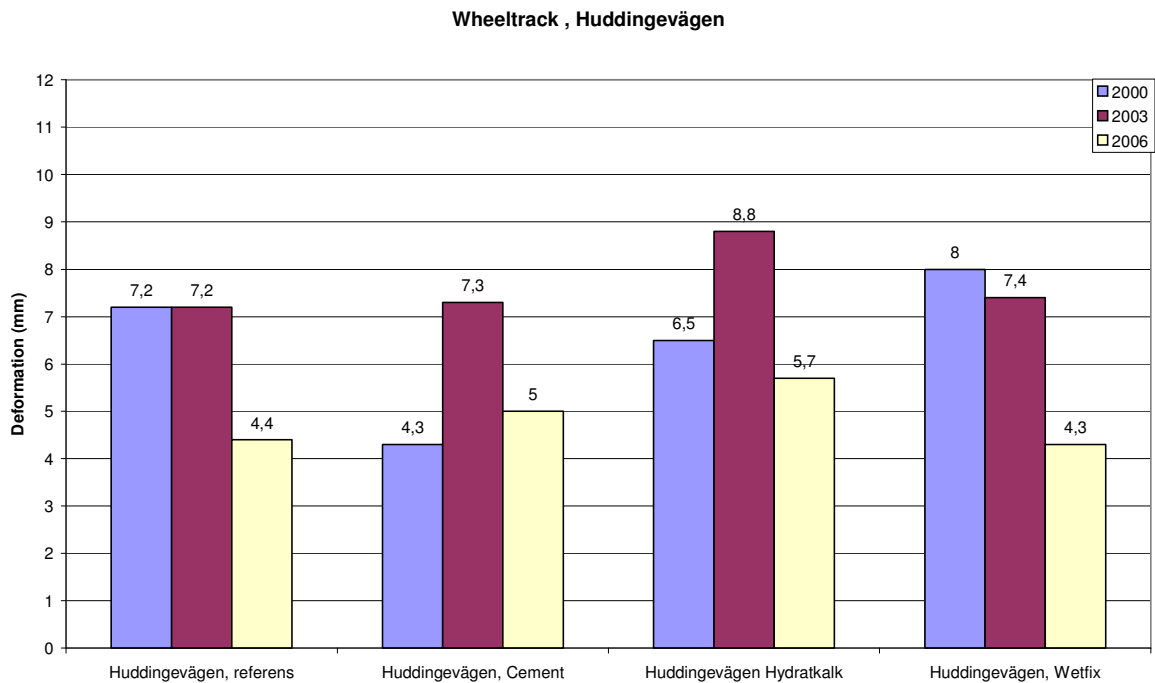


Diagram 2. Förändring av spårdjup genererade i wheeltracken mellan 2000 och 2006. Provkroppar provade år 2000 har vinterkonditionerats.

Prall-test

Borrkärnor 100mm
FAS-metod 471

Kulkvarnsvärde 3,7 Sprödhetstal 42, porfyr (11-16)
Kulkvarnsvärde 5,6 Sprödhetstal 47, kvartsit (8-11)

Prall, Huddingevägen

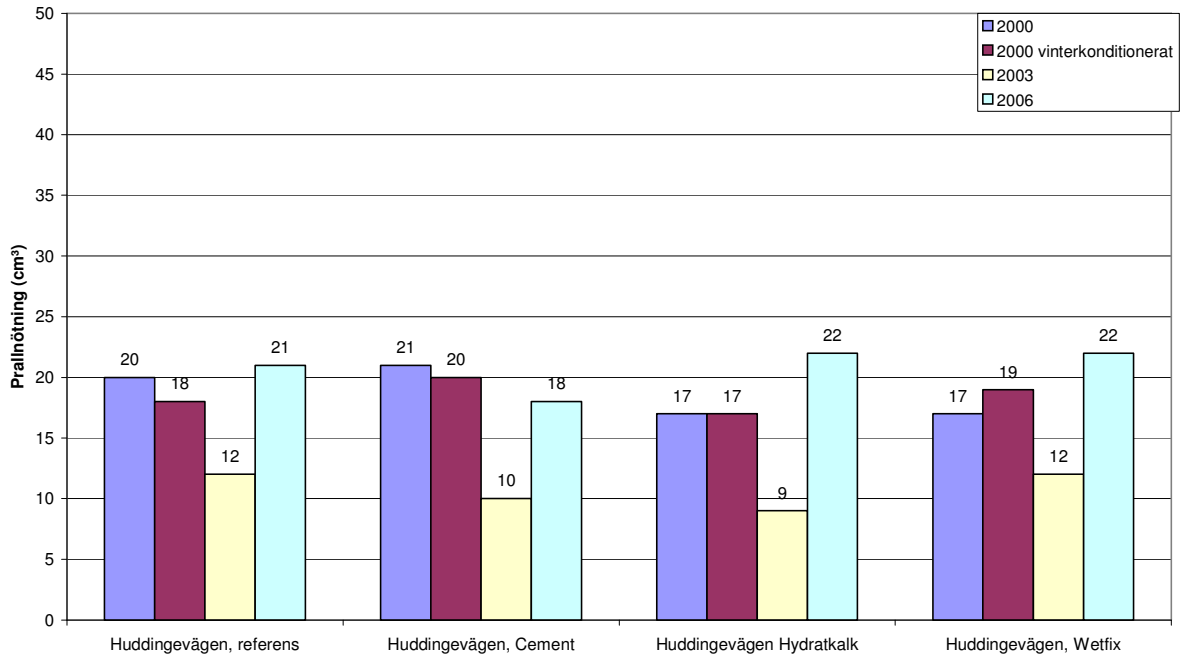


Diagram 3. Jämförelse av prall mellan provning utförd år 2000 och 2006.

Cantabrotest

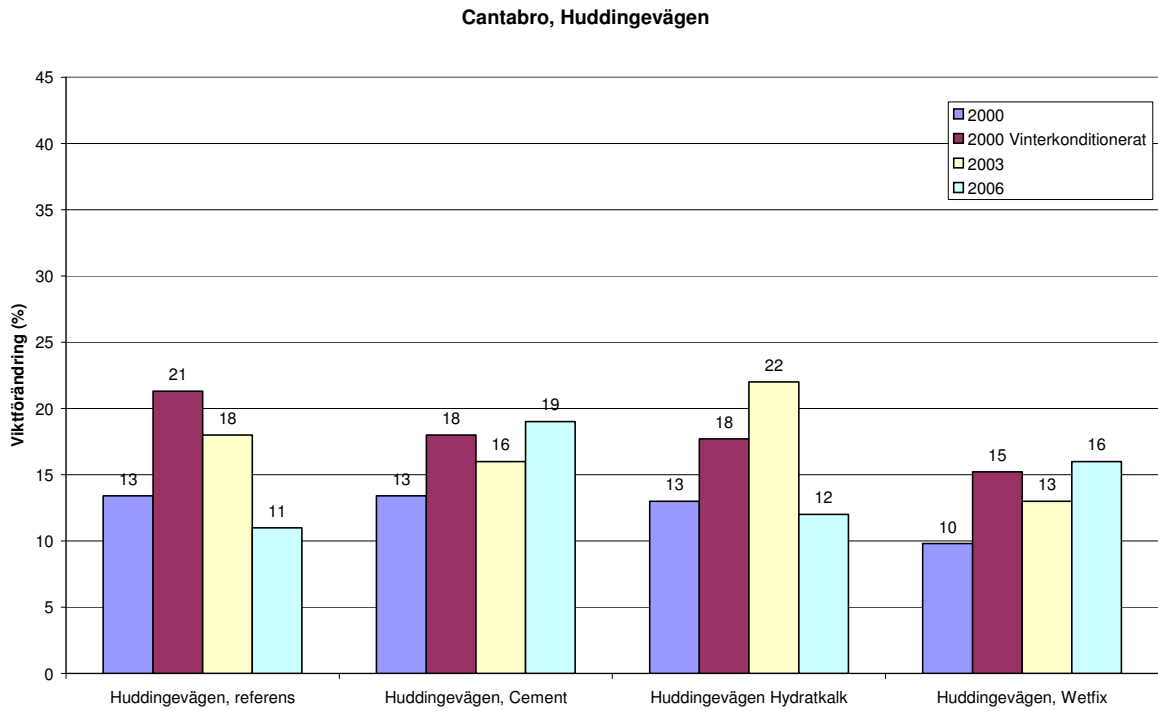


Diagram 4. Jämförelse av Cantabro mellan åren 2000 och 2006. Proverna från år 2000 är gyatoriskt packade.

Vattenkänslighet

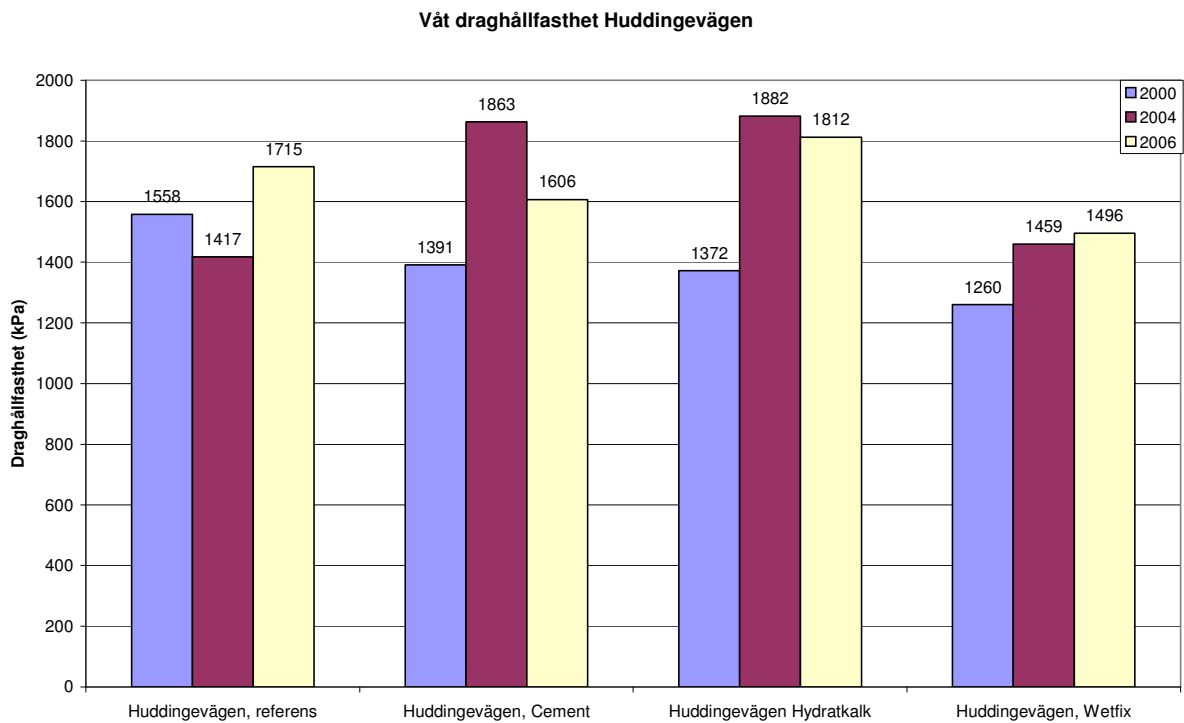
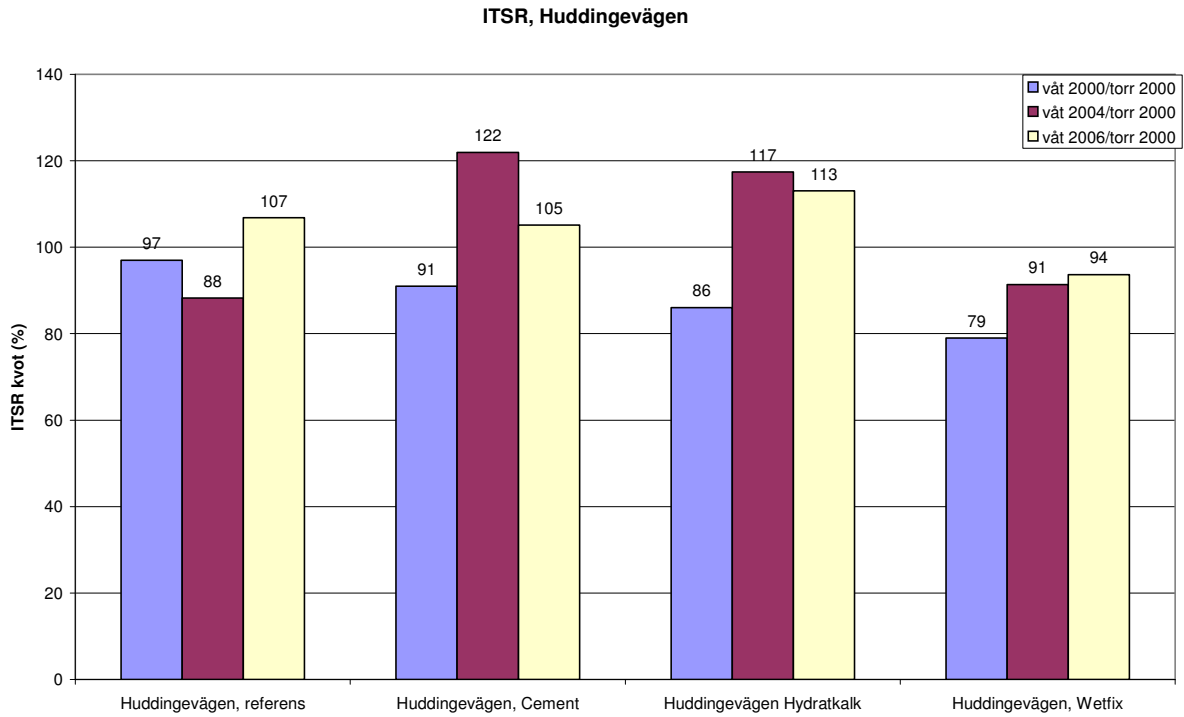


Diagram 5 (överst) och 6. Jämförelse av ITSR kvot och våta draghållfasthet mellan prover från år 2000, 2004 och 2006.

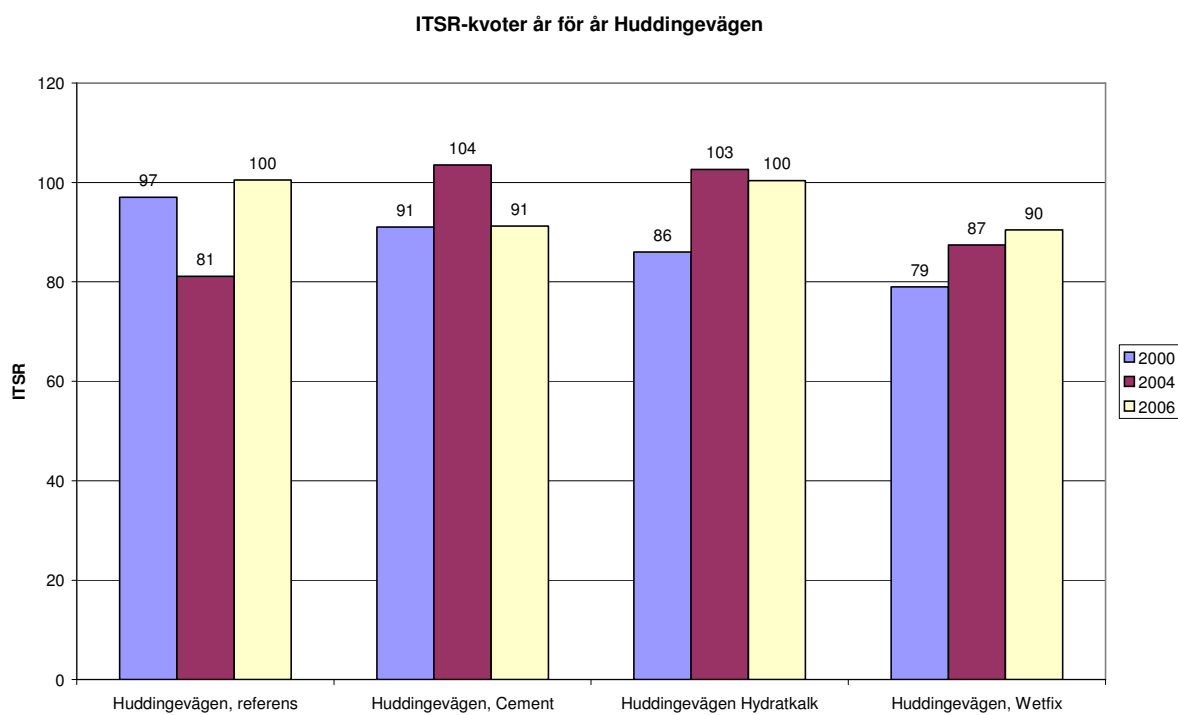


Diagram 7. Jämförelse av ITS för varje år.

Rullflaska

Vidhäftning enligt FAS 455-01

Stenmaterial: Kvartsit lev. Täkt Råsjö

Bindemedel B 70-100

Rullhastighet 60 rpm

Tillsatsmedel	4 h	24 h	48 h	72 h
Referens	85	60	30	25
egenfiller	100	65	25	25
cement	95	80	75	70
hydratkalk	95	85	80	70
Wetfix I/egenfiller	100	95	85	85

Tabell 4. Täckningsgrad på stenmaterial vid kontroll av rullflaska.

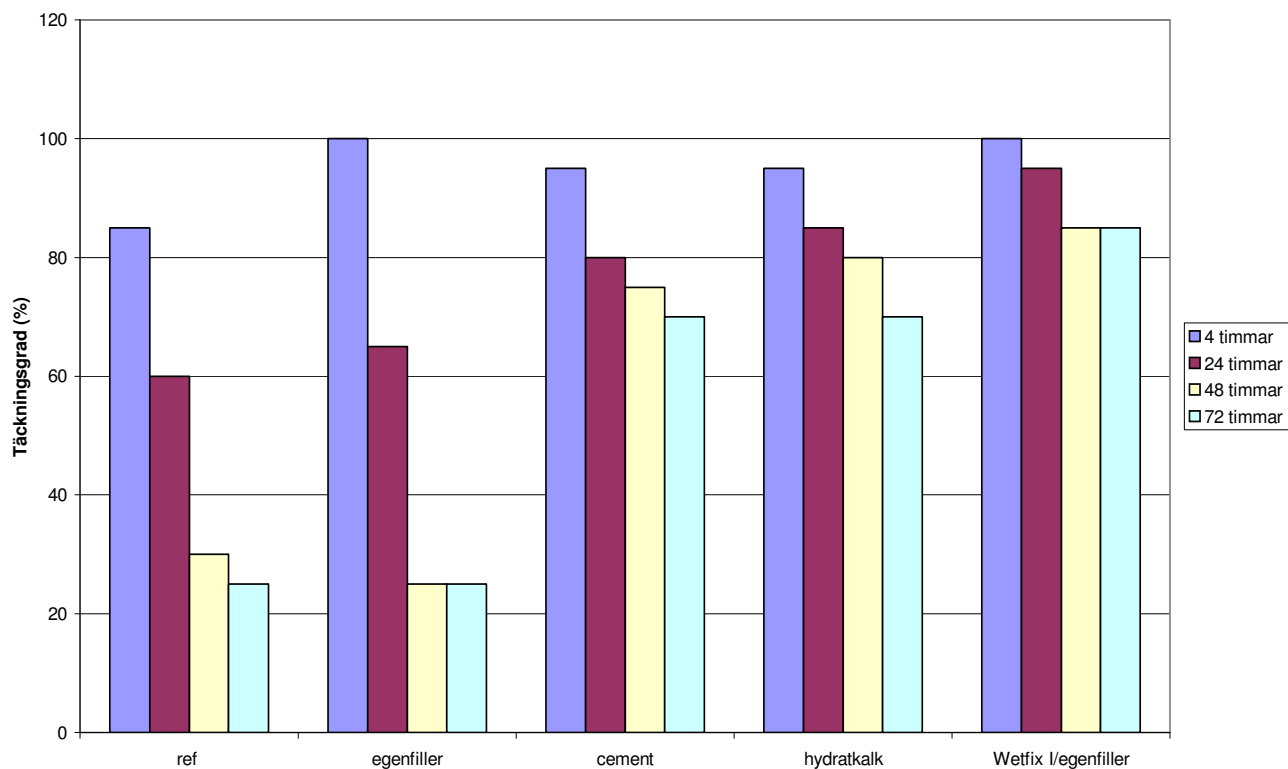


Diagram 8. Vidhäftning av stenmaterial genom provning av rullflaska.

6.2 Almanacksvägen, Göteborg

Almanacksvägen är 4-filig trafikled med ÅDT 5000, 3500 fordon beräknas gå i K1 där provytorna ligger. Fyra provytor belades. Här användes en ABS11 massa med B70/100 bitumen.

På Almanacksvägen användes samma tillsatser som på Huddingevägen, cement, hydratkalk och Wetfix I. Belägningarna är utlagda enligt följande

Provsträcka 1, Wetfix I	0/000 – 0/150
Provsträcka 2, hydratkalk	0/150 – 0/325
Provsträcka 3, cement	0/325 – 0/475
Provsträcka 4, referens	0/475 – 0/760

Inga dramatiska skillnader mellan de olika belägningarnas funktionella egenskaper har kunnat detekteras. Hålrumsalterna på provkropparna från Almanacksvägen blev vid utläggning låga (diagram 8).

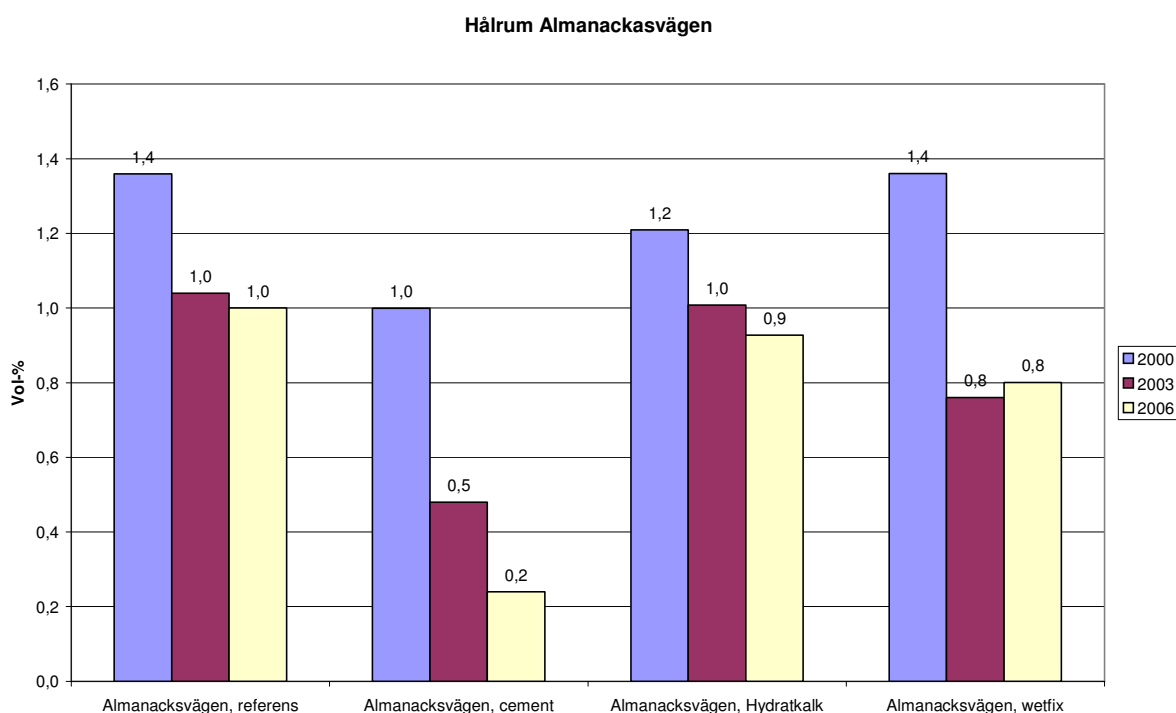


Diagram 8. Hålrumsalter (medelvärden) från Almanacksvägen år för år.

Trots att hålrummen från år 2000 var låga har efterpackning skett under de år som belägningen har legat på vägen.

Stabilitetstesterna i wheel-track utrustningen år 2000 gav väldigt likartade spårdjup för samtliga beläggningar (diagram 9). Spårdjupen rangordnades efter hålrumshalt, d.v.s. provkropparna med lägst hålrumshalt fick även lägst spårdjup i testen. Efter mätningar med wheeltracken år 2003 var skillnaderna mellan provsträckorna små. Tendensen är densamma som på Huddingevägen där man inte kunde se någon skillnad på tillsatsmedel i wheeltracken. Vid uppföljning år 2006 har samtliga provytor betydligt lägre spårdjup än föregående år. Troligtvis har bitumenet åldrats varvid belägningen blivit mer stabil.

Prall-resultaten år 2000 visar lägre värden för belägningarna med vidhäftningsmedel (diagram 10). Detta samband gäller både för de torra och för de frys-tö konditionerade provkropparna.

Efter provning år 2003 visar det sig att skillnaderna mellan provsträckorna är mycket små. År 2006 har provytor med referens och Wetfix ökat något och ytorna med cement har fått något lägre och ytan med hydratkalk ligger kvar på samma nivå som år 2003. Provyta med referens är högre än övriga. Cantabrotesten ger inga ledtrådar vad gäller asfaltmassans kohesion. Resultaten är relativt jämna (diagram 11). År 2003 genomfördes inga provningar av Cantabro. Vid provningen 2006 får alla ytor något större mekanisk påverkan i cantabrotesten.

Vattenkänslighetsanalysen visar ett sämre värde för referensbeläggningen (diagram 12 och 13). Samtliga provkroppar har tagit upp väldigt lite vatten och detta kan härledas till de låga hålrummen. En viss svällning uppstod på provkropparna i samband med vakuummätningen. Detta gällde endast vid vakuummätning i saltlösning och utföll så att samtliga provkroppar med Wetfix I svällde samt en vardera av provkropparna med cement och hydratkalk. Det är lite oklart vad som orsakar denna svällning som uppträder ibland. I detta fall torde dock svällningen bero på att tryckutjämningen skett för snabbt och att luft i provkroppen expanderat för fort. Svällningar över 2 % redovisas i diagrammet. Vid mätningar av ITSR kvoten år 2003 har de våta draghållfastheterna jämförts med torra draghållfastheter från år 2000 för att se hur mycket som förändrats. Det visar sig på Almanacksvägen att referensbeläggningen och beläggningen med cement kvarstår vid de nivåer som uppnåddes vid vinterkonditioneringen 2000 och beläggningar med tillsats av hydratkalk och Wetfix inte lyckas hålla kvar en hög ITSR kvot utan har istället sjunkit en aning. Jämför man istället våta draghållfastheter ser man att hydratkalk är likvärdig med de övriga beläggningarna. Vid uppföljningen 2006 har samtliga provytors våta draghållfastheter ökat. Provytor med cement och hydratkalk har ökat mer än ytor med Wetfix och referens.

Rullflasketesterna uppvisar i princip samma mönster som på Huddingevägen (diagram 14). De flaskor där vidhäftningsmedel tillsatts får mycket bra värden medan referensbeläggningen får en kraftigt försämrad täckningsgrad redan efter 24 timmar. Noterbart är att i de flaskor som egenfyller tillsatts kan en förbättring ses jämfört med då enbart stenmaterialet ingår. Detta skiljer sig från resultaten på Huddingevägen och indikerar att kvaliteten på egenfillret kan vara en nog så viktig komponent i vidhäftningshänseende. Dock ligger täckningsgraden med egenfyller långt under de värden som fås med vidhäftningsmedel.

Wheel-track test (APA)

Testdata:

Borrkärnor: 150 mm

Temperatur: 50°C

Axellast: 45 kg

Ringtryck: 7 bar

Överfarter: 8000

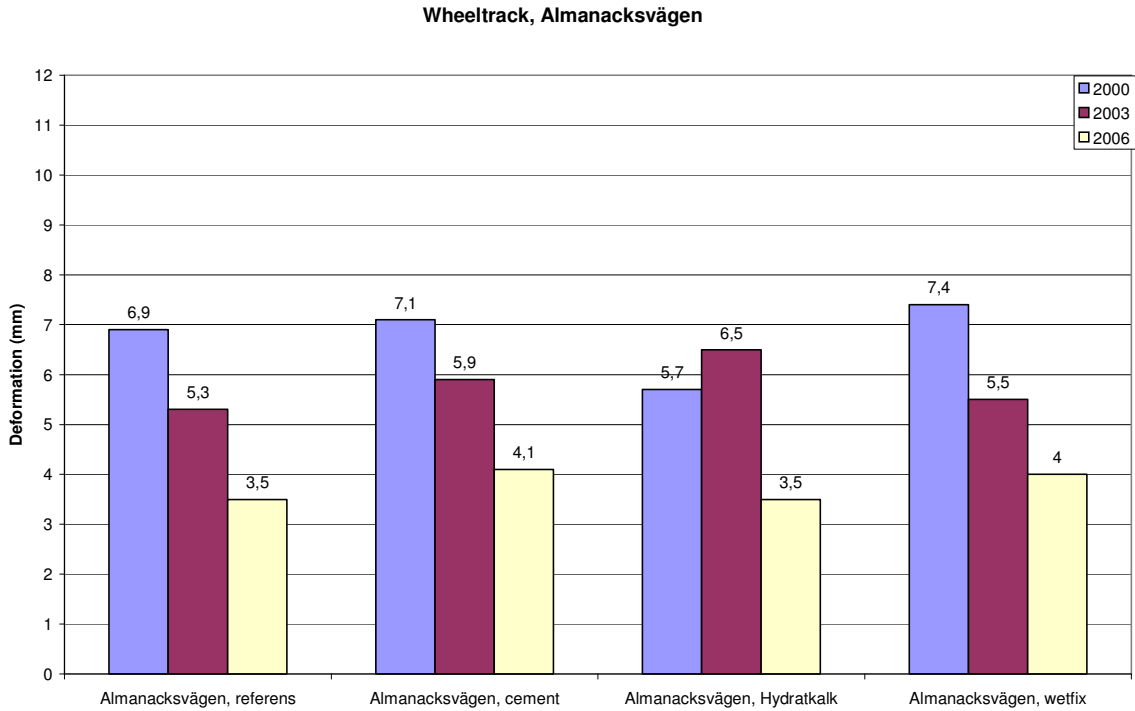


Diagram 9. Jämförelse mellan spårdjup i wheel-track från år 2000 och 2006. Provkropparna från år 2000 har vinterkonditionerats

Prall-test

Borrkärnor 100 mm

FAS-metod 471

kulkvarnsvärde 9,9 sprödhetstal 31, granit

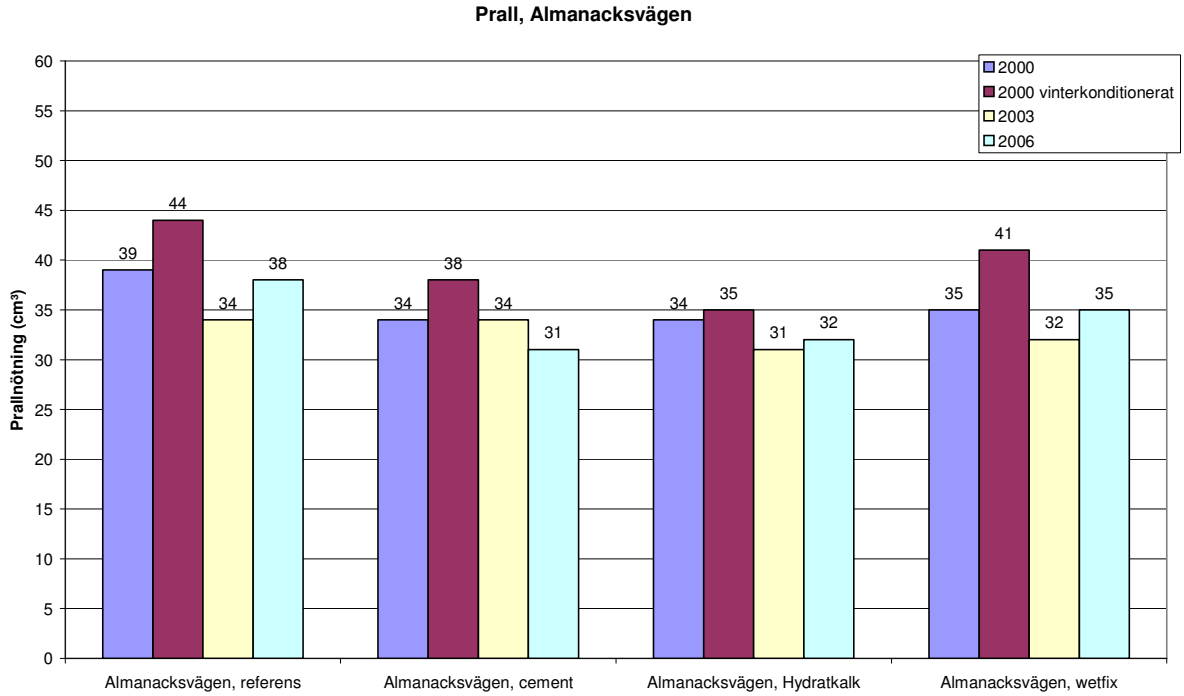


Diagram 10. Jämförelse av prall mellan åren 2000 och 2006.

Cantabrotest

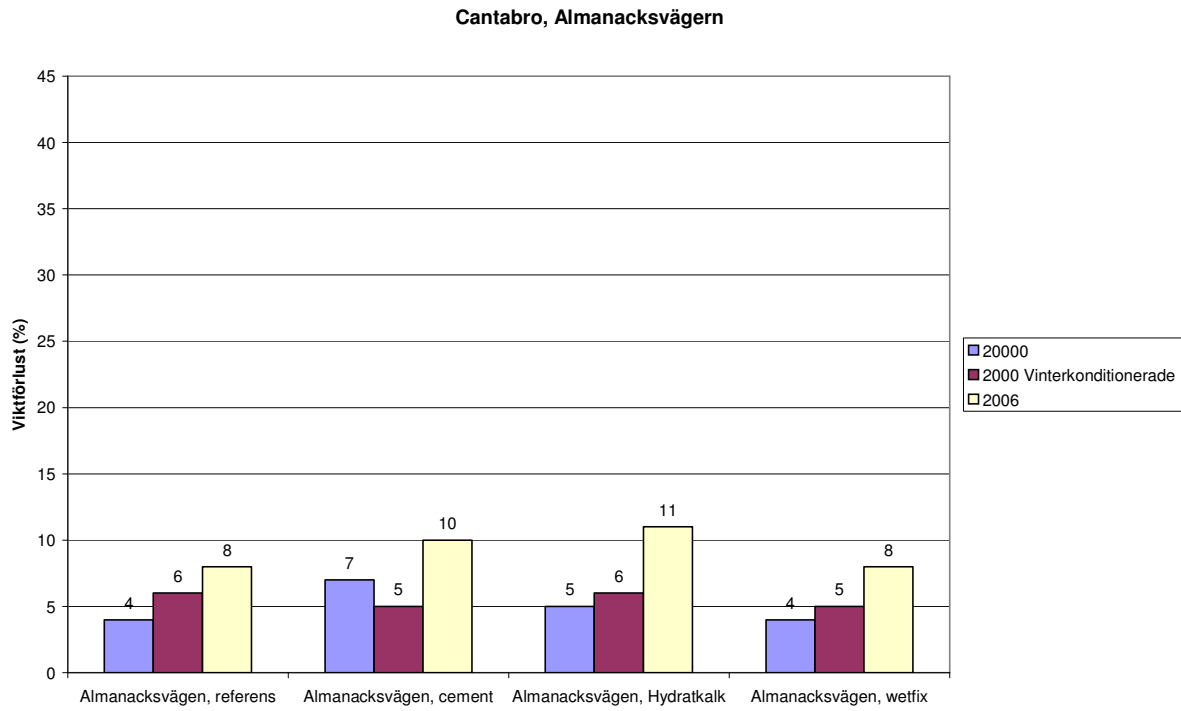
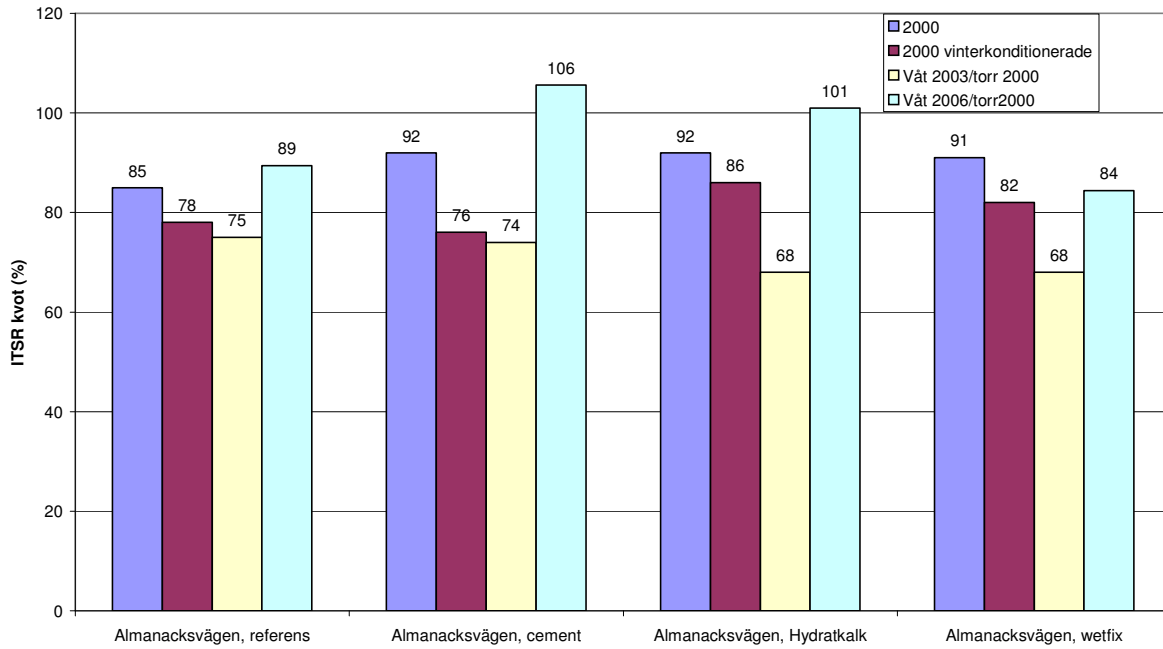


Diagram 11. Provning av Cantabro på provkroppar från Almanacksvägen. Provning utgick 2003.

Vattenkänslighet

ITSR, Almanacksvägen



Våt draghållfasthet Almanacksvägen

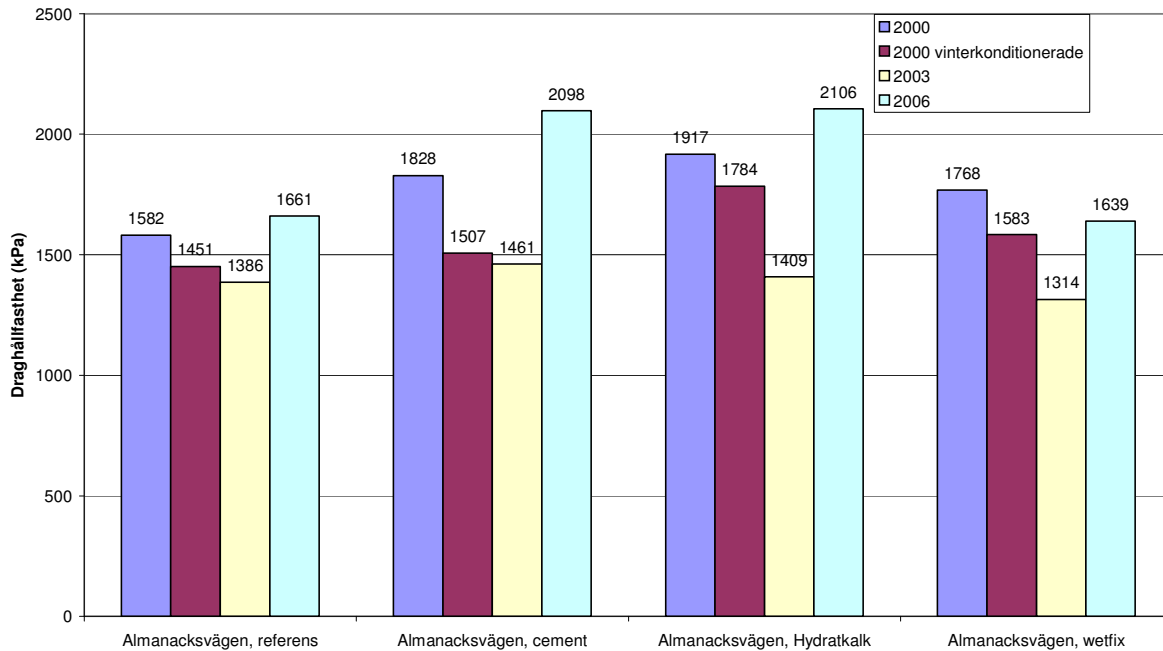


Diagram 12 (överst) och 13. Jämförelse av ITSR kvot och våta draghållfastheter mellan åren 2000 och 2006

Rullflaska

Vidhäftning enligt FAS 455-01

Stenmaterial:Granit, lev täkt Kållerød

Bindemedel B 70-100

Rullhastighet 60 rpm

Tillsatsmedel	4 h	24 h	48 h	72 h
Referens (60/40)*	95	35	20	15
egenfiller	100	80	50	45
cement	100	90	75	75
hydratkalk	100	95	90	85
Wetfix I/egenfiller	100	95	80	70

Tabell 5. Täckningsgrad på stenmaterial vid kontroll av rullflaska.

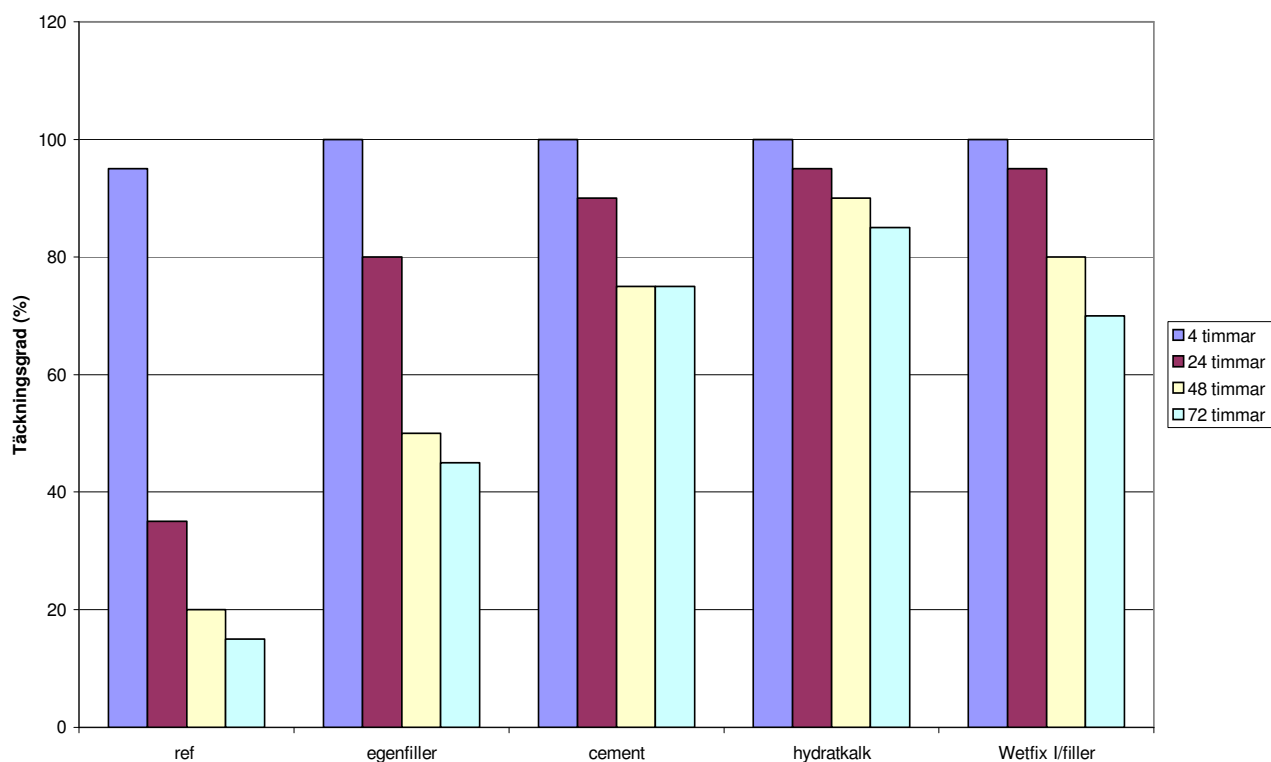


Diagram 14. Vidhäftning genom provning av rullflaska.

6.3 E4 Hyllinge

På E4 användes SBS-bitumen i beläggningen. Referenssträckan var fortfarande en ABS16 B70/100. På detta objekt gick det att se stora skillnader framförallt mellan ytorna med och utan SBS-bitumen. Förutom referensbeläggningen ingick en provyta med enbart SBS-bitumen. En yta utfördes med SBS-bitumen och Wetfix I och den sista ytan var SBS-bitumen och hydratkalk. Trafikmängden på objektet uppgår till 11 610 fordon varav 70 % går i K1, 8 130 fordon. Objektet med provytor var sammanlagt 1554 m långt. Provytorna varierade i längd mellan ca 300-400 meter med övergångszoner. Sträckorna låg enligt följande.

0/000 - 0/358	Provsträcka 1 SBS-bitumen med Wetfix I
0/390 - 0/777	Provsträcka 2 SBS-bitumen med hydratkalk
0/793 - 1/223	Provsträcka 3 SBS-bitumen
1/243 - 1/530	Provsträcka 4 Referens

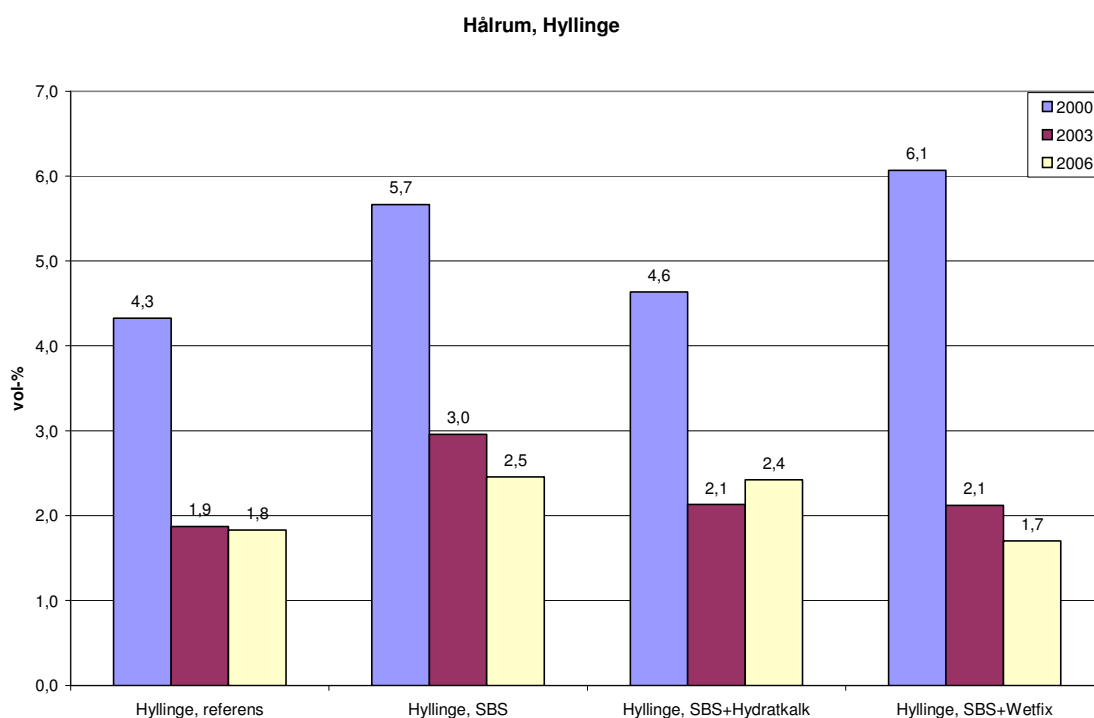


Diagram 15. Hålrum (medelvärden) för Hyllinge år för år.

Beläggningarna på alla provytor vid Hyllinge har efterpackats och hålrummen har halverats under tiden som de legat på vägen (diagram 15).

Stabilitetsmätningarna i wheeltracken från år 2000 uppvisar en dramatisk skillnad (diagram 16). Referensbeläggningen uppvisar genomsnittliga spårdjup på 11,5 mm medan SBS-beläggningarna får spårdjup mellan 3-5 mm. Framförallt beläggningen med både SBS och hydratkalk får väldigt låga spårdjup. År 2003 visar det sig att referensbeläggningen nästan har halverat sitt spårdjup medan provsträckorna med SBS-bitumen bibehåller värdena från år 2000. Under provningen 2006 visar det sig att referenssträckan har hårdnat ännu mer och är nästan lika stabil som beläggningen med SBS. Ytorna med SBS samt SBS + Wetfix har hårdnat något och ytan med SBS + hydratkalk är oförändrad. Att referenssträckan har förändrats så mycket beror troligtvis på åldring och förstyrning av bituminet. SBS-bituminet visar istället att det motstår åldringsprocessen bättre och bibehåller sin ursprungliga prestanda i asfaltmassan.

Prall-testen år 2000 gav ett genomsnittligt pralltal på 30 cm³ för referensytan (diagram 17). Motsvarande test för övriga beläggningar med SBS-bitumen gav prall-värden runt 20cm³. Spridningarna är inte heller så stora och variationskoefficienterna ligger under de 15 % som enligt metodbeskrivningen är rimligt. De intressantaste resultaten fås dock efter frys-tö konditioneringen. Referensbeläggningens våta provkroppar får ett pralltal som i det närmaste är dubbelt så högt som för de torra provkropparna. Beläggningarna med SBS-bitumen har klarat sig väsentligt mycket bättre. Effekten av bituminets åldring syns även i prallen där referensbeläggningen år 2003 nästan har fördubblat nötningen. Sträckorna med SBS-bitumen bibehåller även här samma nötningmängd som år 2000 vilket tyder på att polymermodifierat bitumen motstår åldring bättre än standardbitumen. År 2006 har prallnötningen på referenssträckan minskat avsevärt och vid en studie av skrymdensitet på prallproverna ser man att hålrummet har minskat från 5,5 år 2003 till 1,1 år 2006. Yta med SBS har minskat med 8 enheter och är på samma nivå som år 2000. Ytan med SBS+hydratkalk har ökat något från år 2003 och ytan med Wetfix har minskat 3 enheter. Cantabrotesten från år 2000 verifierar resultaten av prall (diagram 18). Referensbeläggningen får en bortnötning på 5,1 % medan SBS-beläggningarna endast får en bortnötning på mellan 1-1,5 %. Efter frys-tö ökar nötningen också mest för referensbeläggningen. Tendensen som setts i prall och wheeltracken syns igen vid provningen av cantabro år 2003. Referensbeläggningen har skjutit i höjden varvid beläggningarna med SBS-bitumen ligger kvar på sina ursprungligt låga nivåer. Vid provningen 2006 visar det sig att referenssträckan har blivit ännu sprödare än vid 2003 års provning. Ytorna med SBS-bitumen ligger kvar på samma nivåer som tidigare år. Vid jämförelse av våta draghållfastheter med torra från år 2000 ser man att ytor med vidhäftningsmedel har haft en tillväxt varje år (diagram 19 och 20). Ytan med referensbeläggning istället minskat och ytan med SBS har hållit en konstant nivå. Vid jämförelse mellan våta och torra draghållfastheter från varje år ser man däremot en viss skillnad (diagram 21). Ytor med vidhäftningsmedel ligger kvar på samma ITSR, dvs. den våta och den torra draghållfastheten har ökat lika mycket. För ytor med referensbeläggning och SBS har däremot de torra draghållfastheterna ökat mer än de våta. Rullflaskemetoden uppvisar intressanta resultat (diagram 22). Som i tidigare redovisade tester får referensflaskan med enbart stenmaterial och bindemedel det sämsta resultatet. Noterbart är att flaskan med SBS-bitumen och stenmaterial och så får ett mycket lågt värde. Detta indikerar att SBS-bitumen inte i sig själv bidrar till vidhäftningen utan vidhäftningsaktiva filler eller Wetfix måste tillsättas för att en vidhäftningsförhöjande effekt ska kunna utläsas.

Wheel-track test (APA)

Testdata:
Borrkämor 150 mm
Temperatur: 50°C
Axellast: 45 kg
Ringtryck: 7 bar
Överfarter: 8000

Wheeltrack, E4 Hyllinge

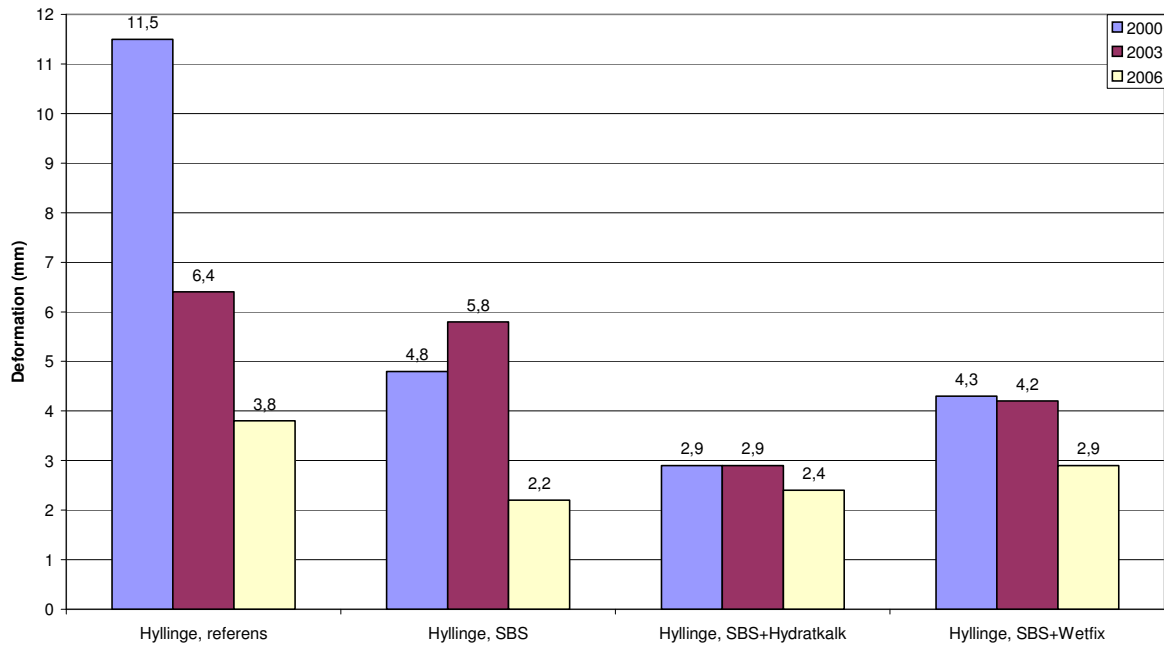


Diagram 16. Jämförelse mellan spår djup i wheeltracken år 2000 och 2006. Provkropparna från 2000 har vinterkonditionerats.

Prall-test

Borrkärnor 100mm
FAS-metod 471

Kulkvarnsvärde 10,6, Sprödhetstal 46, kvartsit

Prall E4, Hyllinge

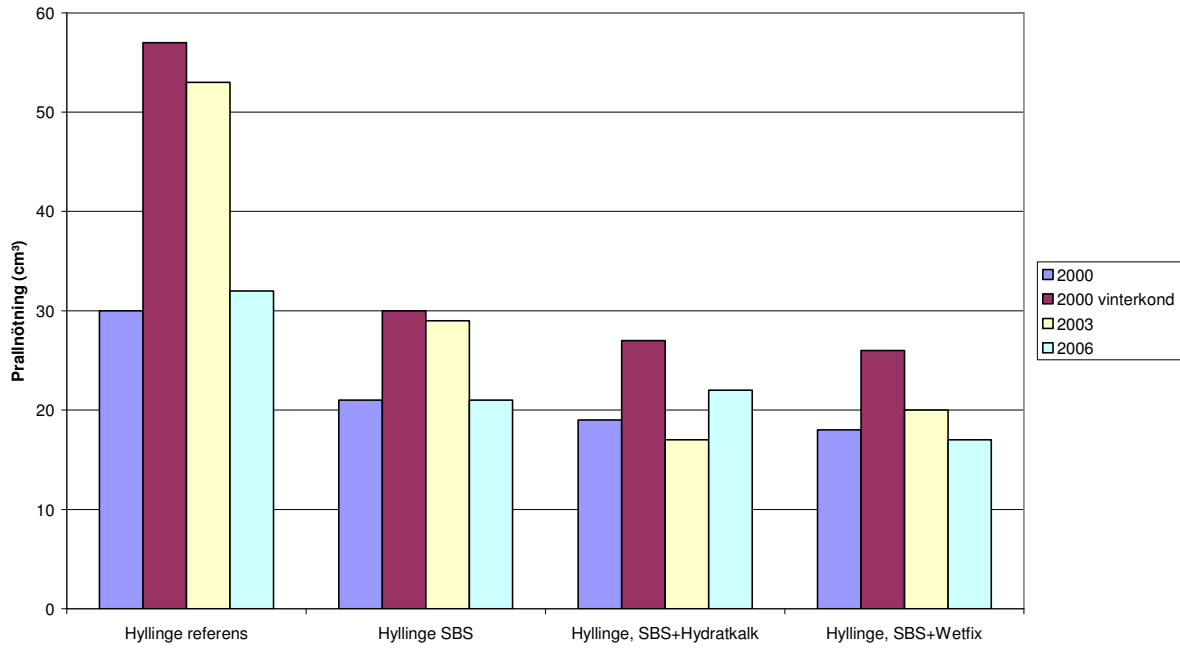


Diagram 17. Jämförelse av prall mellan åren 2000 och 2006

Cantabrotest

Cantabro, E4 Hyllinge

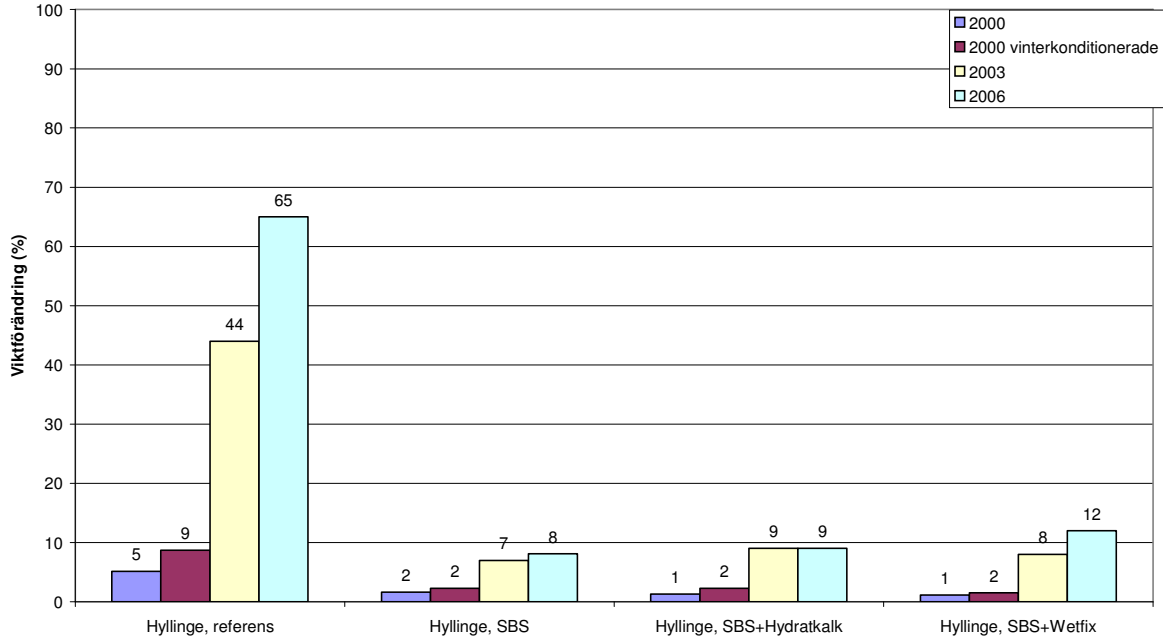


Diagram 18. Jämförelse av Cantabro mellan år 2000 och 2006. Proverna från år 2000 är gyatoriskt packade.

Vattenkänslighet

Borrkärnor 100 mm

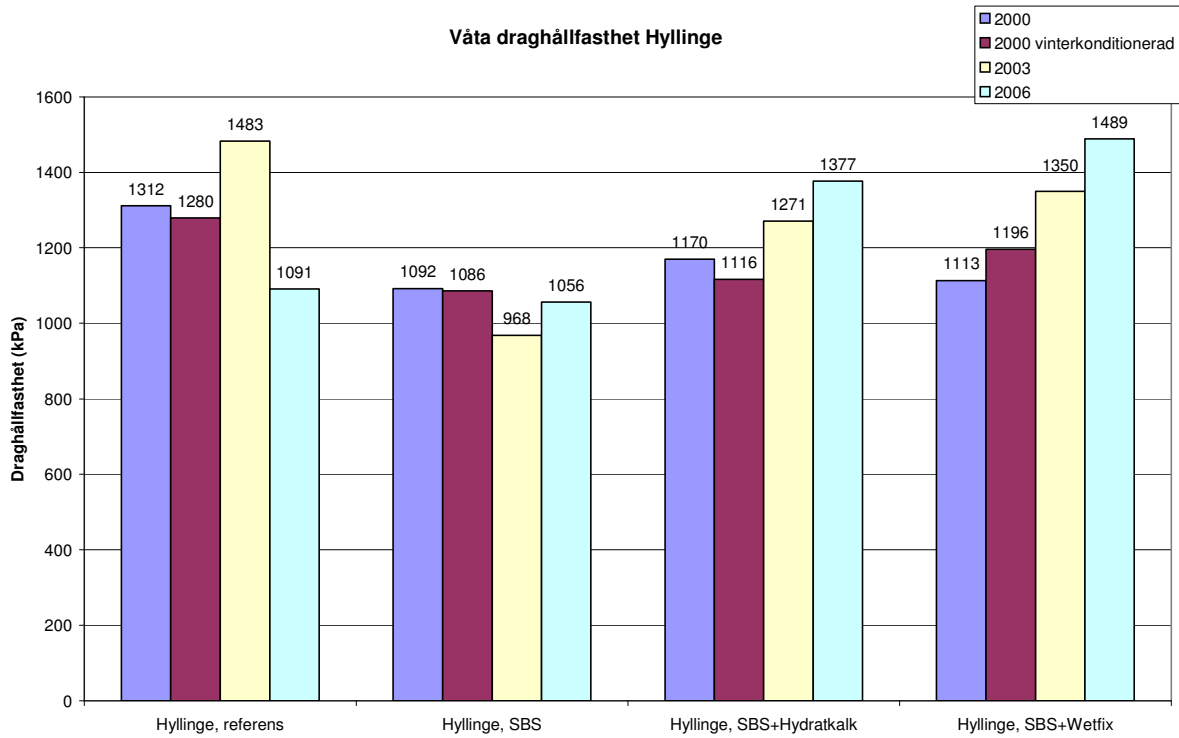
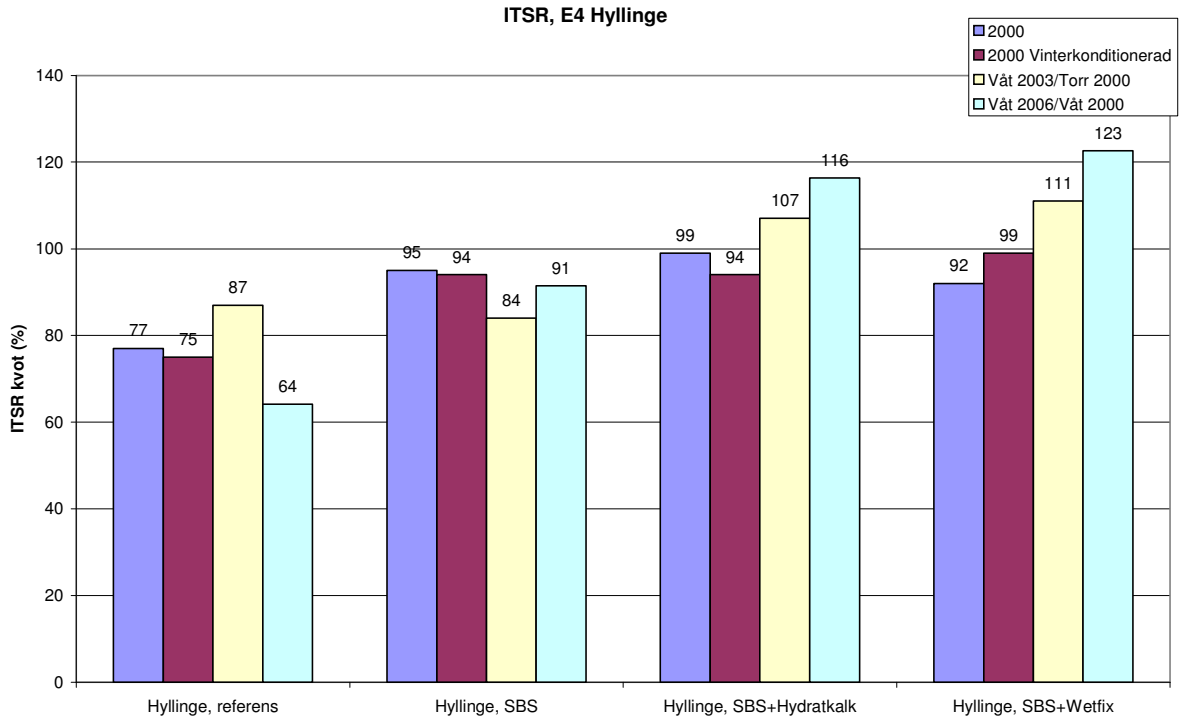


Diagram 19 (överst) och 20. Jämförelse av ITSr kvot och våta draghållfastheter mellan år 2000 och 2006.

ITSR år för år, Hyllinge

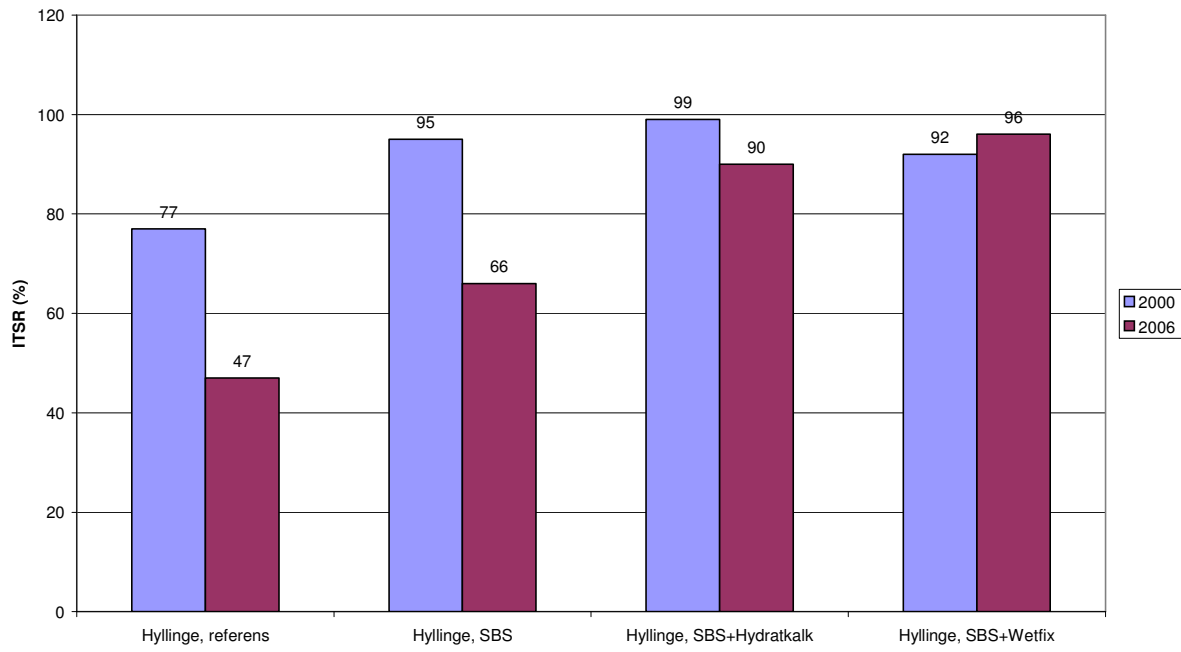
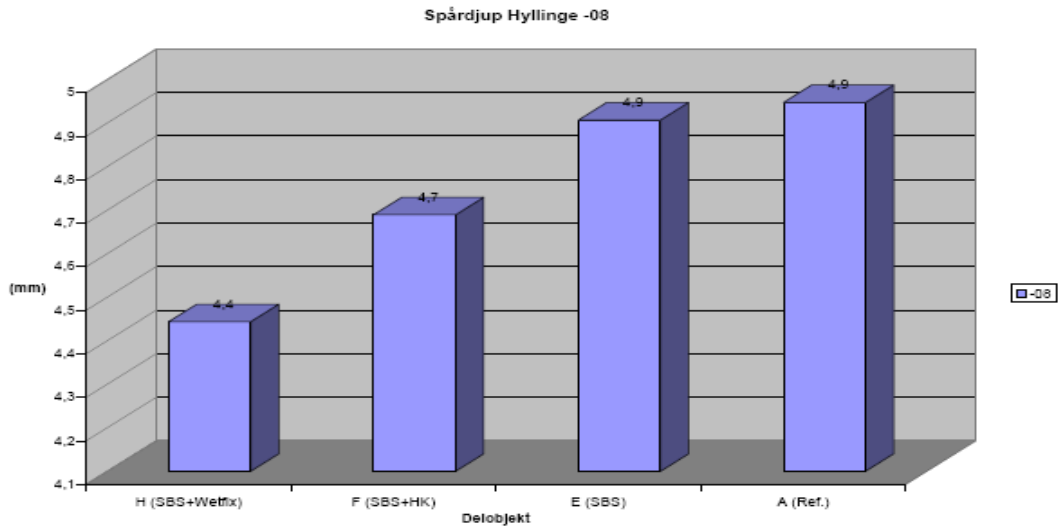


Diagram 21. ITSR år för år 2000 och år 2006. Våta och torra draghållfastheter är från respektive år.

Vägytemätning

Vägytemätning över provsträckorna vid Hyllinge utfördes under våren 2008. Efter 6 år uppvisar referenssträckan de högsta spårdjupen. Vid utförandet misslyckades packningsarbetet på ytorna med SBS-bitumen. Dessa uppvisade en packningsgrad endast på cirka 96 %. Referensen hade motsvarande en packningsgrad på 98 %. Under perioden har efterpackning skett och samtliga ytor uppvisar nu packningsgrader på cirka 100 %. Efterpackningen på SBS-ytorna har därmed varit högre. Skillnaden i skrymdensitet motsvarar ökade spårdjup på mellan 0,5-1,0 mm för SBS-ytorna. Således kan man konstatera att beläggningen med SBS-bitumen varit förlåtande och minskat nötningen med motsvarande ca 1-1,5 mm.



Rullflaska

Vidhäftning enligt FAS 455-01

Stenmaterial: Kvartsit, lev täkt Södra Sandby

Bindemedel: B70/100 samt SBS-bitumen

Rullhastighet 60 rpm

Tillsatsmedel	4 h	24 h	48 h	72 h
Referens	75	25	10	10
egenfiller	95	65	30	25
cement	100	85	75	75
SBS	95	40	10	10
SBS/Hydratkalk	95	90	80	75
SBS/Wetfix I	65	50	50	50

Tabell 6. Täckningsgrad på stenmaterial vid kontroll av rullflaska.

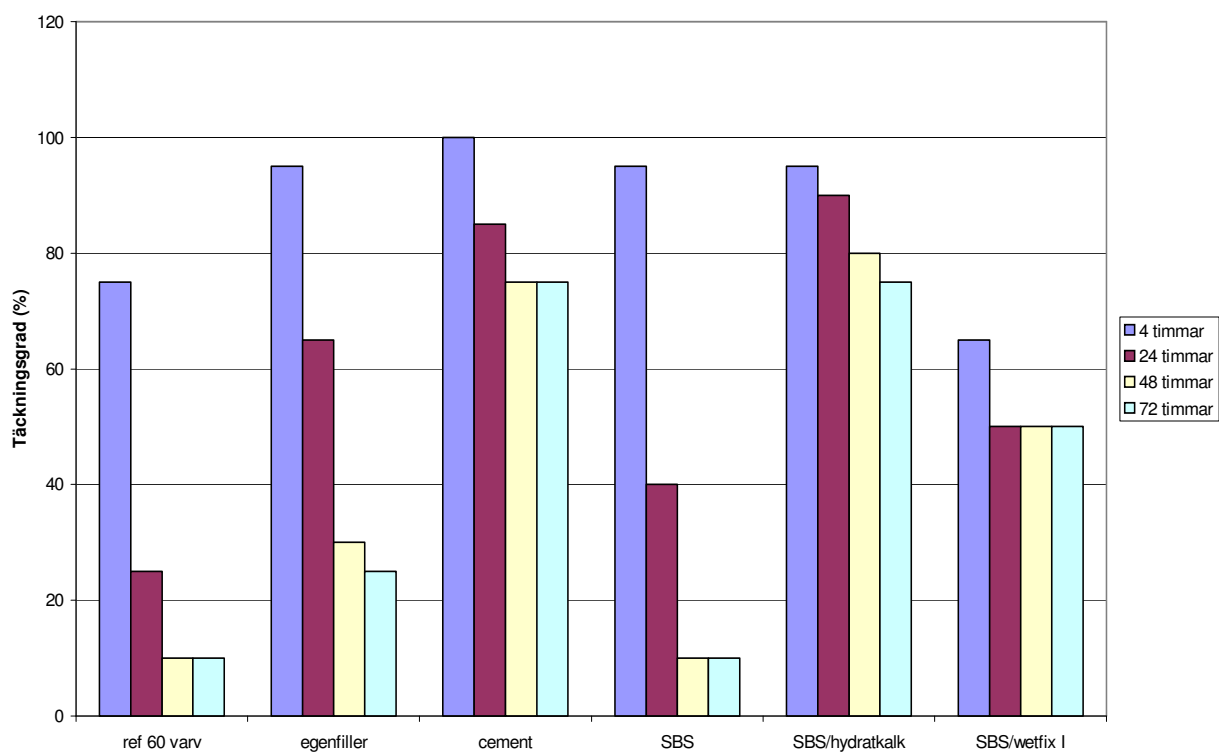


Diagram 22. Vidhäftning genom rullflaska

6.4 E6 Åbromotet

På E6 var ytan som ingick i projektet ganska kort. Därför ingår på detta objekt endast 3 provytor. En referensbeläggning, en beläggning med B70/100 och hydratkalk samt en yta med SBS och hydratkalk.

Objektet ligger mellan en avfart och en påfart på E6 genom Göteborg. Den totala trafikmängden uppskattas till 20 000 fordon varav 12 500 beräknas gå i K1 där provytorna ligger. Under år 2006 togs inga borrhärdor upp från Åbro.

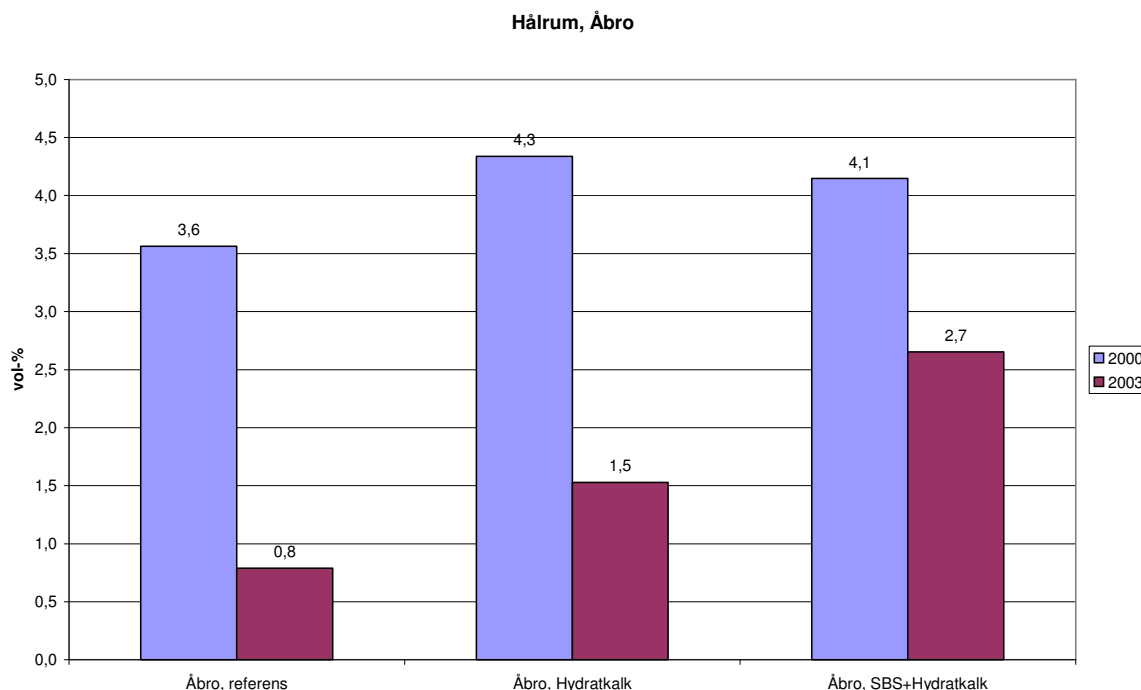


Diagram 23. Förändring av hålrums halt (medelvärden) i beläggningar på Åbromotet.

Provytorna på Åbromotet har utsatts för en hel del efterpackning, framförallt referensytan samt ytan med hydratkalk (diagram 23). Stabilitetstesterna i wheel-track utrustningen visar på samma tendens som E4 Hyllinge objektet (diagram 24). Referensbeläggningen uppvisar ett spår djup på 5,3 mm vilket är mer än dubbelt så högt som ABS16/SBS, hydratkalk beläggningen har. Intressant är att hålrums halten skiljer sig åt stort. Referensbeläggningen har de lägsta hålrums halten på 2,1 % i snitt.

Beläggningen med SBS-bitumen har ett medelhålrums halt på 6,0 %. Trots detta blir spår djupen så låga som 2,6 mm. Med mer likartade hålrums halter bör skillnaderna mellan dessa beläggningar bli ännu större. Jämför man resultaten från år 2000 med år 2003 ser man att referensbeläggningen samt sträckan med SBS + hydratkalk är oförändrade men att referensbeläggningen har ett större spår djup. Beläggningen med B70/100 och hydratkalk har förbättrats något.

Prall-testen år 2000 visar ett bättre resultat för SBS-beläggningen (diagram 25). Beläggningen med B70/100 och hydratkalk får nästan samma pralltal som referensbeläggningen. Återigen märks en stor skillnad efter frys-tö konditioneringen. Referensbeläggningen får en kraftig försämring. Beläggningen med hydratkalk och SBS/hydratkalk får ett väsentligt mycket bättre resultat än referensbeläggningen. Tendensen är densamma som för Hyllinge objektet.

År 2003 visar samtliga provsträckor på objektet liknande resultat. Effekten av tillsatsmedel syns inte i prallförsök.

Cantabrottesten år 2000 visar samma tendens som prallen för de torra provkropparna (diagram 26). Beläggningen med SBS-bitumen är mest motståndskraftig mot mekanisk påverkan. År 2003 visar

resultaten samma tendens som år 2000 men generellt något högre nötning. Det är ingen större skillnad mellan de olika provsträckorna trots att polymer sträckan har ett betydligt högre hålrum. Vattenkänslighetstesten uppvisar samma tendens som Hyllinge (diagram 27 och 28). Referensbeläggningsen får ett vidhäftningstal på 85 och SBS-beläggningsen får ett vidhäftningstal på 101. Även efter frys-tö konditioneringen påvisar SBS-beläggningsarna ett högre vidhäftningstal. Vid provningen år 2003 ser man, som på Hyllinge, att SBS-bitumen i sig inte bidrar till någon ökning av ITSr-kvoten men att tillsats av hydratkalk ger en ökad effekt. Rullflasketesterna visar samma tendenser som övriga objekt (diagram 29). Flaskorna med egenfiller visar ingen förbättrad vidhäftning vilket återigen visar på skillnaderna mellan olika fillermaterial.

Wheel-track test (APA)

Testdata:
Borrkärnor 150 mm
Temperatur: 50°C
Axellast: 45 kg
Ringtryck: 7 bar
Överfarter: 8000

Wheeltrack, Åbromotet

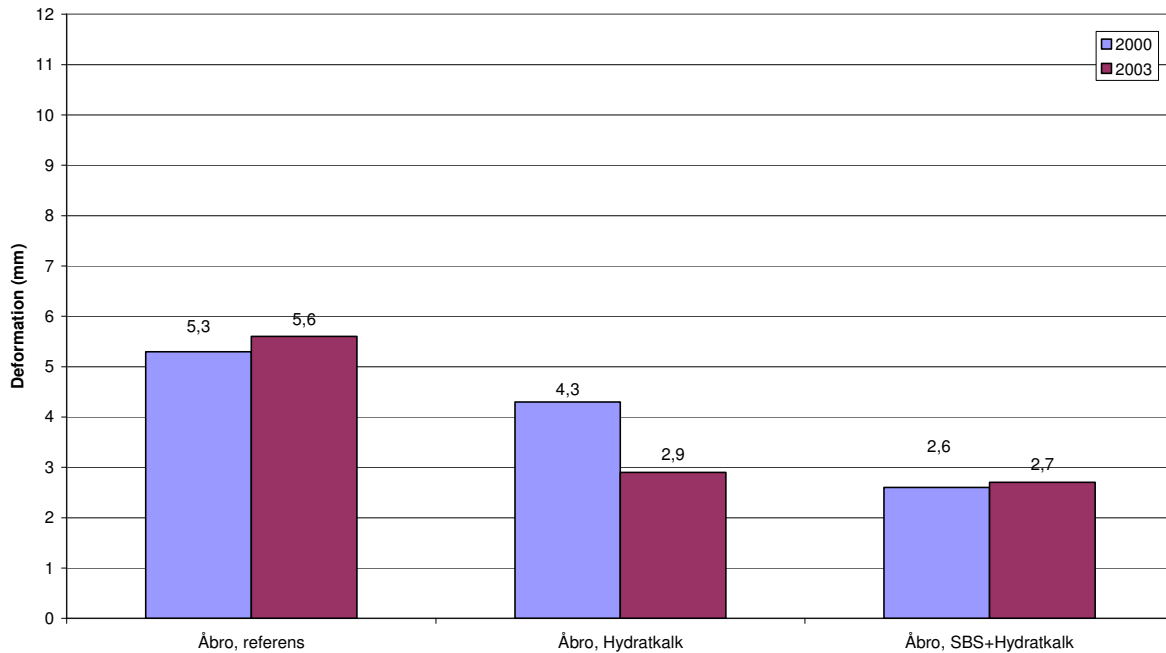


Diagram 24. Jämförelse mellan spårdjup i wheeltracken år 2000 och 2003. Provkroppar från år 2000 är vinterkonditionerade.

Prall-test

Borrkärnor 100mm
FAS-metod 471

Kulkvarnsvärde 5,6 Sprödhetstal 48, kvartsit (Kärr 11-16)
Kulkvarnsvärde 5,1 Sprödhetstal 42, kvartsit (Dalbo 8-11)

Prall, Åbromotet

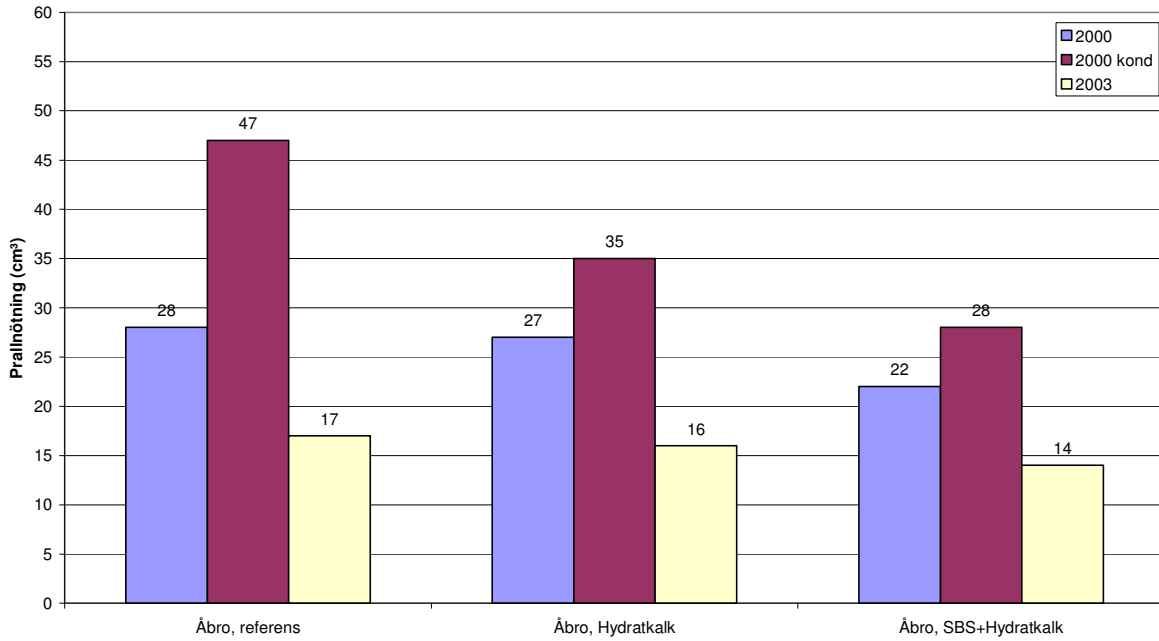


Diagram 25. Jämförelse av prall mellan åren 2000 och 2003.

Cantabrotest

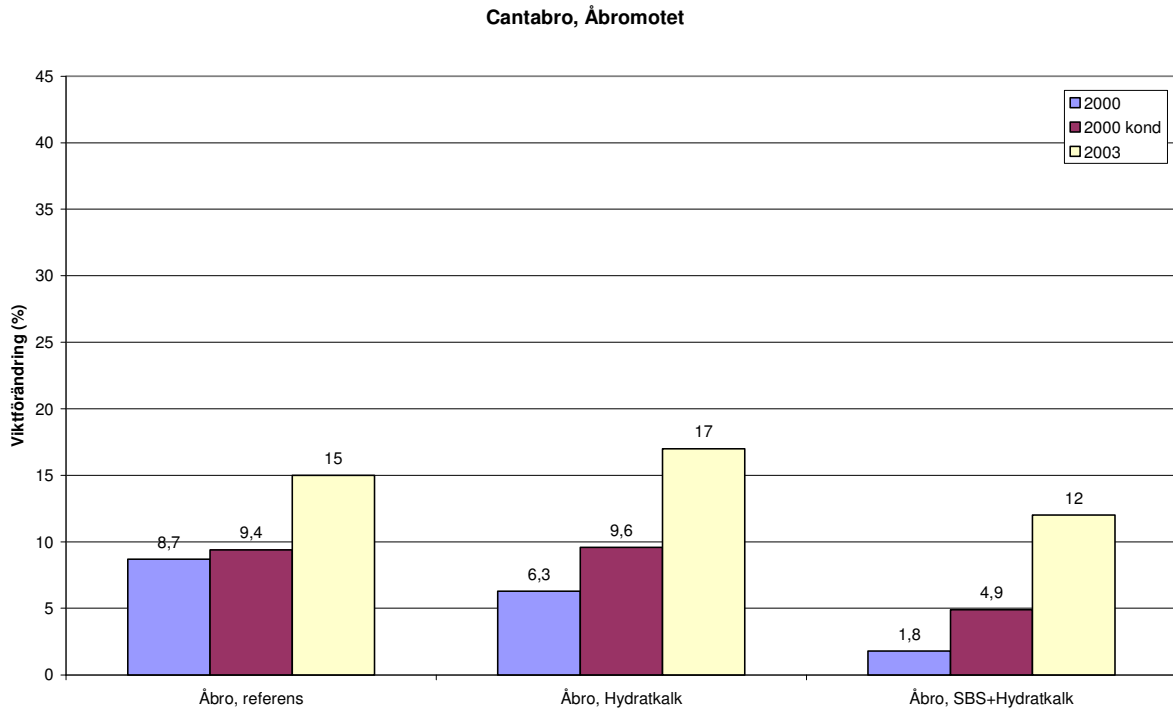


Diagram 26. Jämförelse av cantabro mellan åren 2000 och 2003. Provkroppar från år 2000 är gyratoriskt packade.

Vattenkänslighet

Borrkärnor 100 mm

FAS-metod 446, 7 dygns vattenlagring

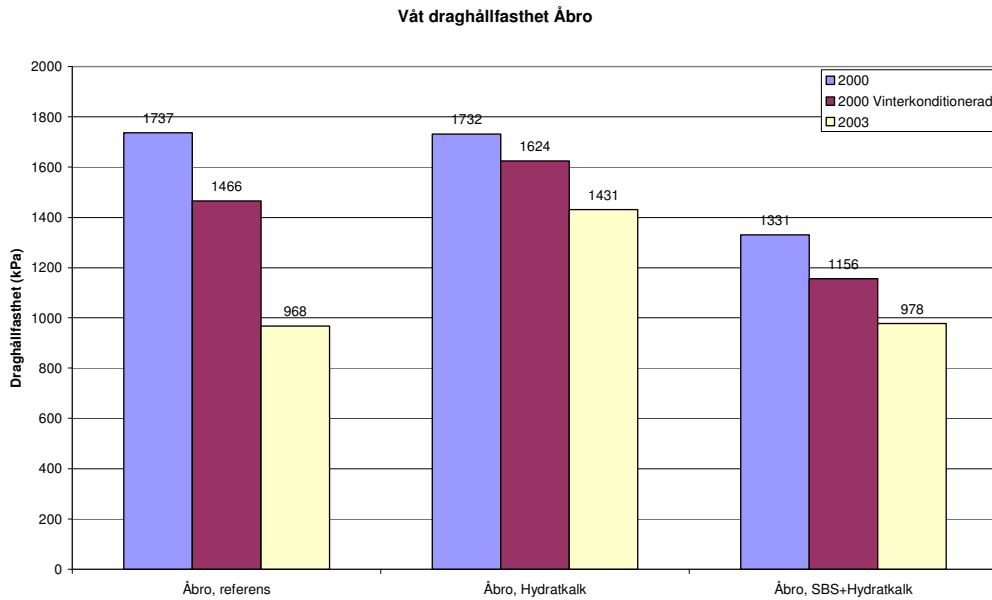
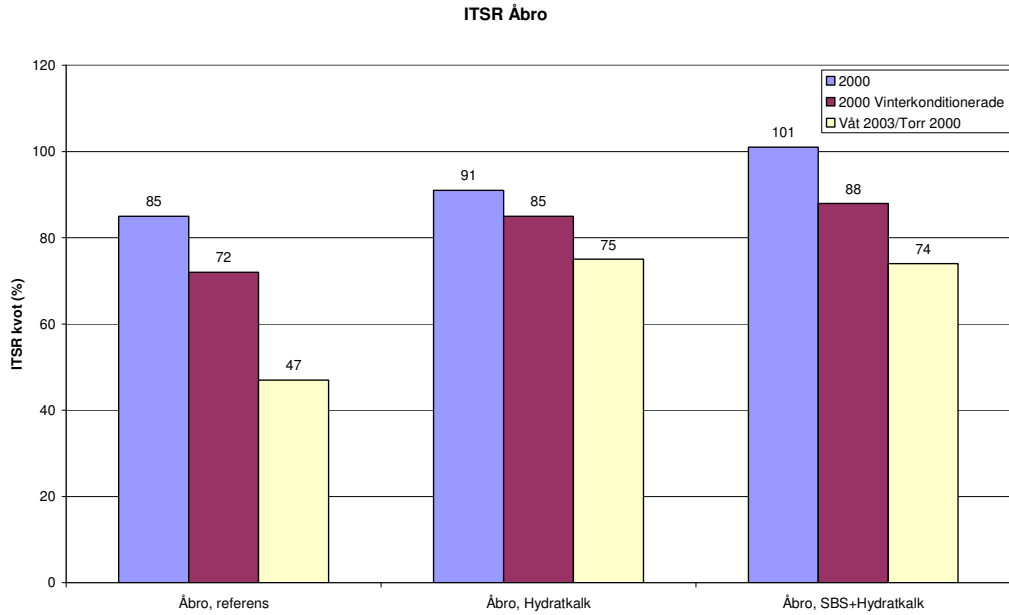


Diagram 27 (överst) och 28. Jämförelse av ITSR kvot och vät draghållfasthet mellan år 2000 och 2003.

Rullflaska

Vidhäftning enligt FAS 455-01

Stenmaterial: Kvartsit

Bindemedel B 70/100

Rullhastighet 60 rpm

Tillsatsmedel	4 h	24 h	48 h	72 h
Referens	60	25	15	10
egenfiller	90	65	20	10
hydratkalk	100	95	95	90
SBS, hydratkalk	100	90	85	80

Tabell 7. Täckningsgrad på stenmaterial vid kontroll av rullflaska.

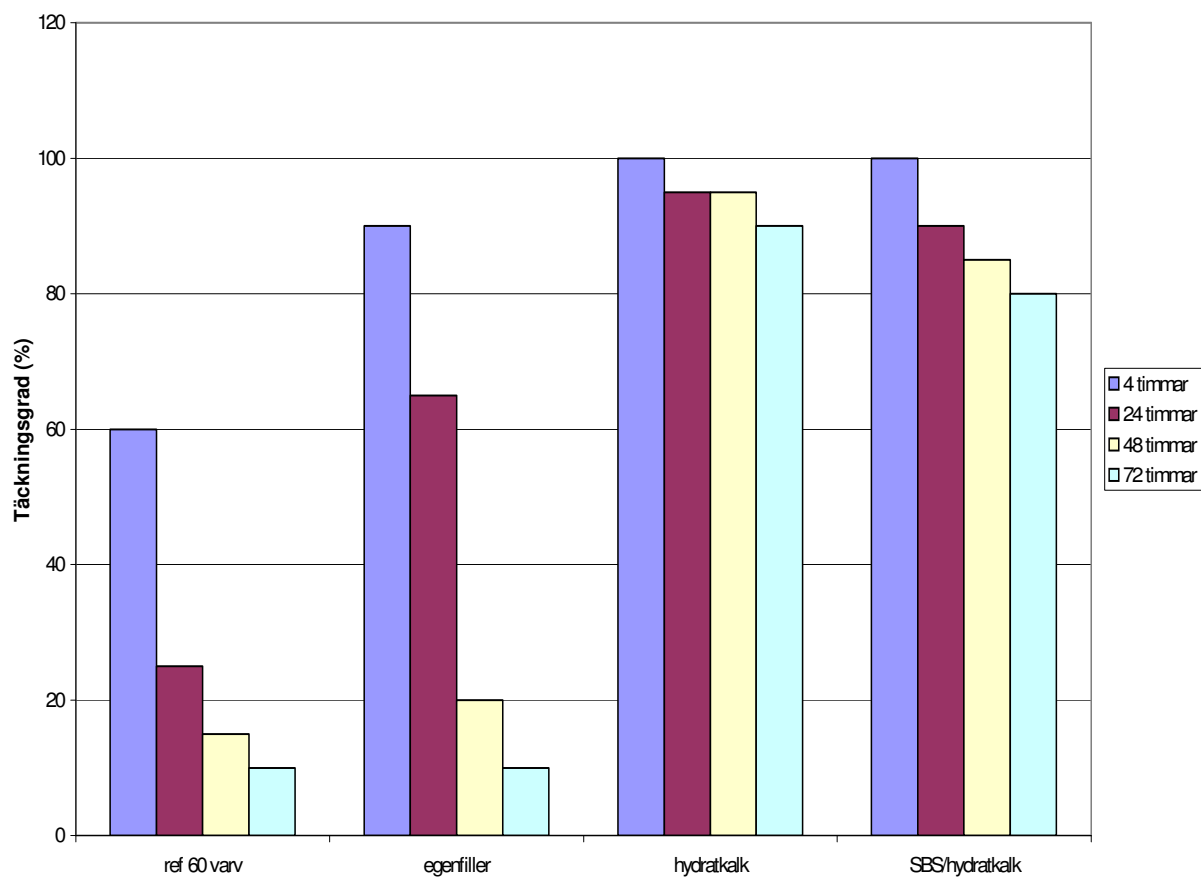


Diagram 29. Vidhäftning genom provning av rullflaska.

7 Slutsats

Resultaten från projektet visar att låga hålrum är extremt viktiga för en god beständighet på slitlagerbeläggningar. Låga hålrum innebär mindre påverkan av vatten och vägsalt samt förlängd åldringsprocess då bindemedlet oxiderar långsammare. Ett lågt hålrum riskerar samtidigt att försämra stabilitetsegenskaperna hos asfaltbeläggningen. Användande av SBS-bitumen kompenserar därför risken för dåliga stabilitetsegenskaper vid proportionering mot låga hålrum. Projektet har dessutom påvisat de positiva effekterna av de använda vidhäftningsmedlen hydratkalk, cement och amin. På de provtyper där SBS-bitumen använts har hålrummen generellt legat högre på grund av sämre packning. Trots detta uppvisar beläggningarna med polymermodifierat bindemedel bättre funktionella egenskaper. Detta gäller både på mätningar och analyser i laboratorium samt vägytemätningar. En övrig fördel med SBS-modifierat bindemedel är att åldringsprocessen går långsammare och beläggningen behåller sina elastiska egenskaper under en längre tid.