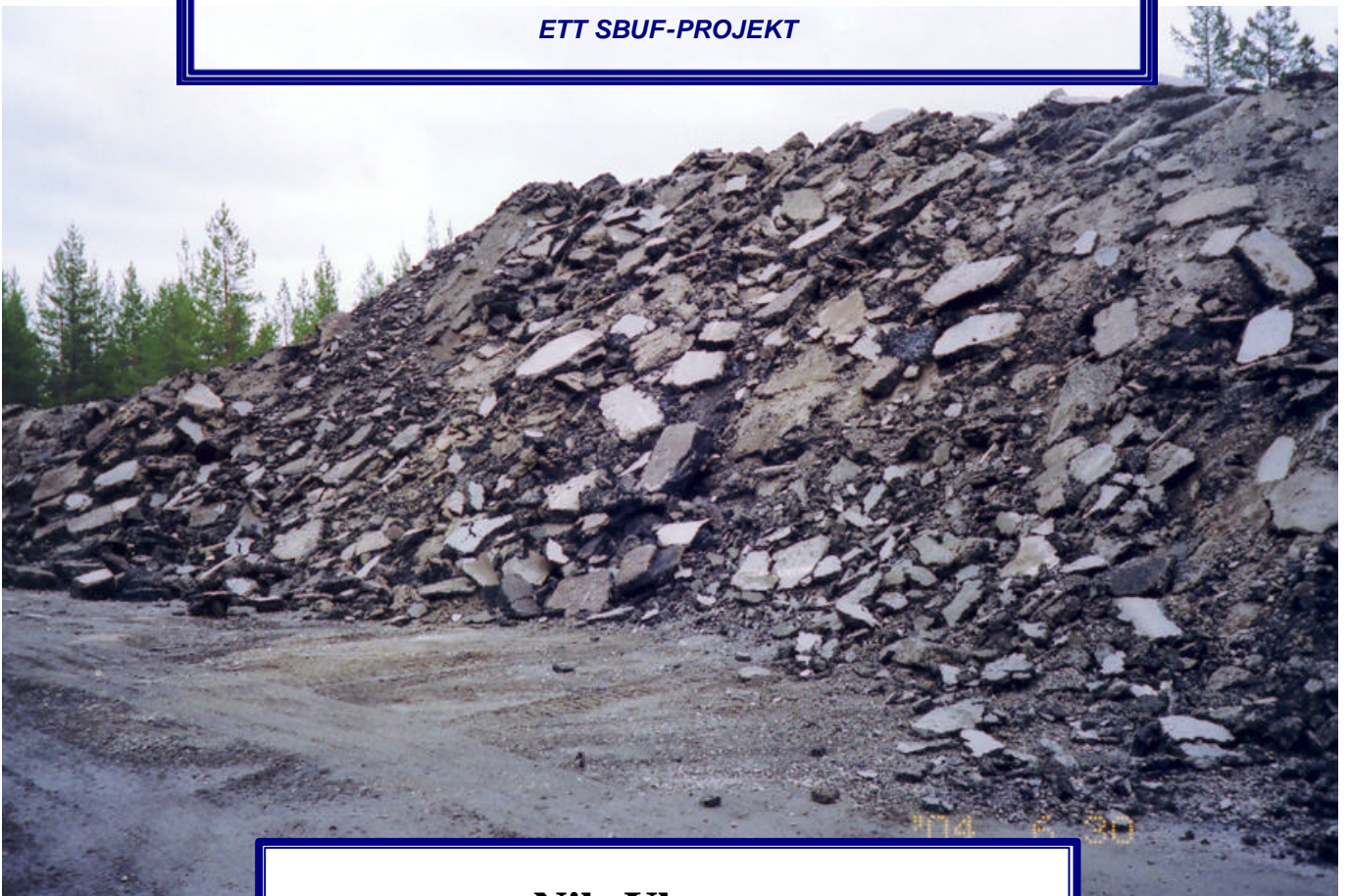

NCC Roads Sverige
FoU Asfalt

**TEKNISK OCH EKONOMISK VÄR-
DERING AV ASFALTMASSOR MED
RETURASFALT**

ETT SBUF-PROJEKT



**Nils Ulmgren
Robert Lundström**

Rapport 2004-05

Distribution: FRI



FÖRORD

Föreliggande rapport utgör en slutrapport för av ett projekt finansierat av SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond) – Teknisk och ekonomisk värdering av asfaltmassor med returafalt (SBUF-projekt 8010 och 9018). En del av projektet har tidigare avrapporterats år 2002: Teknisk värdering av varmblandade asfaltmassor. Den ursprungliga referensgruppen (sammanslutningen STUKAS - Samverkansgruppen för Teknisk Utveckling av Kallproducerade Asfaltbeläggningar) med representanter från vägverket, Skanska, NCC, VTI och Nynäs har upplösts och har inte ersatts med någon ny. Per Tyllgren, Skanska har dock kvarstått som enmansreferensgrupp.

Stockholm i juni 2004

Nils Ulmgren

TEKNISK OCH EKONOMISK VÄRDERING AV ASFALTMASSOR MED RETURASFALT

Nils Ulmgren
Robert Lundström

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	3
1 Inledning	4
2 Syfte och avgränsningar	4
3 Återvinningsmetoder för asfaltbeläggningar	5
3.1 Kall återvinning	6
3.2 Halvvarm återvinning	7
3.3 Varm återvinning	7
4 Investeringsbedömning av återvinningsmetod	9
4.1 Problemställning	9
4.2 Handlingsalternativ	10
4.2.1 Objektskategori.....	10
4.2.2 Klimat	10
4.2.3 Objektstorlek	11
4.2.4 Tillstånd hos befintlig väg.....	11
4.3 Kalkylförutsättningar	12
4.3.1 Kostnader.....	12
4.3.2 Känslighetsanalys	13
5 Slutsatser och rekommendationer	15
6 Referenser	16
 <i>Bilaga</i> Kall återvinning av asfalt - inventering av äldre prov- och kontrollsträckor, Torbjörn Jacobson, VTI.	

SAMMANFATTNING

Denna slutrapport sammanfattar resultat och slutsatser erhållna under SBUF-projektet ”Teknisk och ekonomisk utvärdering av asfaltmassor med returafalt”. Projektet har genomförts i olika delatapper under vilka en delrapport [4] tidigare publicerats. Ytterligare en delrapport finns bilagd i denna slutrapport.

Den första delrapporten, ”30 % inblandning av returafalt i AG, teknisk utvärdering – beläggingsobjekt E4 St Åby-Väderstad”, utgör en laboratorieundersökning av varm återvinning. Syftet med denna delrapport är att jämföra funktionella egenskaper hos varmt återvunna AG-beläggningar med och utan inblandning av returafalt. Resultaten indikerar att en rad funktionella egenskaper, bl.a. packbarhet, stabilitet och styvhetsmodul, bibehålls eller åminstone inte försämras med inblandning av 30% returafalt.

Den andra delrapporten, ”Kall återvinning av asfalt – inventering av äldre prov- och kontrollsträckor”, utgör en uppföljning av åtta kallt återvunna objekt som utförts under 1990-talet i södra Sverige. Resultaten indikerar att den tekniska livslängden för denna typ av beläggning varierar kraftigt beroende på återvinningsbeläggningsens proportionering (bindemedelshalt), utförande men också på deras ursprungliga skick. För de objekt som redovisas i delrapporten lades majoriteten över med ytbehandling efter fyra till åtta år efter utförandet.

Slutsatserna i föreliggande slutrapport är att det idag finns stora kunskapsbrister vad gäller olika återvinningsbeläggningsars tekniska livslängd. I de fåtal fall där tekniska livslängder mer systematiskt undersökts har kraftiga variationer konstaterats, ofta väsentligt kortare livslängder än vad som återges i Vägverkets officiella återvinningshandbok (räkneexempel). Faktorer som investerings-, drift och underhållskostnader har stor betydelse för de olika åtgärdsalternativens konkurrenskraft. Då dessa kostnader i princip är helt objektsspecifika och beror på enskilda företags produktions- och inköpsförutsättningar är det svårt att generalisera deras inverkan på valet av återvinningsalternativ. Det är därför i dagsläget mycket svårt att jämföra de olika återvinningsmetoderna gentemot varandra och nyproducerade beläggningar.

Årskostnaden beror huvudsakligen på tre faktorer: investeringskostnad (inkl underhållskostnad), kalkylränta och livslängd. Den enskilt viktigaste faktorn vid en kostnadsjämförelse baserad på livscykelkostnad är utan tvekan bedömd livslängd för olika alternativ. Som tydligt framgår av diagram (figur 5, sid 16) blir livslängden för det kalla alternativet helt avgörande för dess ekonomiska konkurrensmöjlighet. Livslängden för det kalla alternativet kan idag bedömas vara ca 8 år (med stor variation, men som ett medianvärde), men behöver öka till 11 år för att bli likvärdig med det varma. Det bör i detta sammanhang poängteras att slutlig livslängd är svårt att bedöma i fält samt att det kan diskuteras huruvida en åtgärd bör klassificeras som underhållsåtgärd eller om det är frågan om en helt ny beläggning. Överläggning eller ytbehandling har i denna studie bedömts vara av den senare typen då dessa åtgärder utgör en förhållandevis hög åtgärds kostnad jämfört med den ursprungliga investeringskostnaden för återvinningsbeläggningsen.

1 INLEDNING

I Sverige utgör asfalt det vanligaste och viktigaste konstruktionsmaterialet för beläggningar hos hög- och medeltrafikerade vägar. Asfalt är ett kompositmaterial, vilket i huvudsak består av sten och bitumen, som används både till slit- och bärlager. I Sverige används årligen ca 7 miljoner ton ballast och 400 000 ton bitumen till både nyproduktion samt drift och underhåll av asfaltbeläggningar. Dessa insatsvaror är exempel på ändliga naturresurser av vilka det finns anledning att överväga återvinning, d.v.s. återanvändning genom någon form av förädling.

Det finns idag en bred samsyn om varaktig och hållbar utveckling för samhället där kretsloppsanpassning av materialanvändning anses ha stor betydelse både ur miljömässigt och ekonomiskt hänseende. Inom vägbyggnadssektorn märks denna samsyn bl.a. genom den under det senaste årtiondet kraftigt ökade asfaltåtervinningen, vilken har blivit en allmänt accepterad del av drift- och underhållsverksamheten. Förutom miljö- och kvalitetsaspekter kan även ekonomiska argument motivera återvinning av asfaltbeläggningar. Exempelvis kan det både ur samhällsekonomisk och ur företagsekonomisk synvinkel finnas betydande vinster att göra vid åtgärdsval, speciellt om olika återvinningsmetoder ger skillnader vad gäller teknisk livslängd och kostnadsbild.

Återvinning av asfalt kan ske med varma, halvvarma eller kalla metoder. Kategorisering av återvinningsmetoder kan även baseras på om återvinningen sker i verk eller om den sker på plats t.ex. genom s.k. *repaving* eller *remixing*. Kallt återvunnen asfalt används främst till slitlager, men även till bärlager, på låg- och medeltrafikerade landsvägar över hela landet. I likhet med kall återvinning anses halvvarm återvinning vara en relativt resurssnål teknik då produktionen innebär att asfaltmaterialet inte behöver någon högre uppvärmning. I dessa fall används bitumenemulsion respektive mjukbitumen som bindemedel. En tredje återvinningsmetod, varm återvinning i verk innebär att asfaltgranulat, uppvärmt eller kallt, inblandas i nyttillverkad massa.

2 SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR

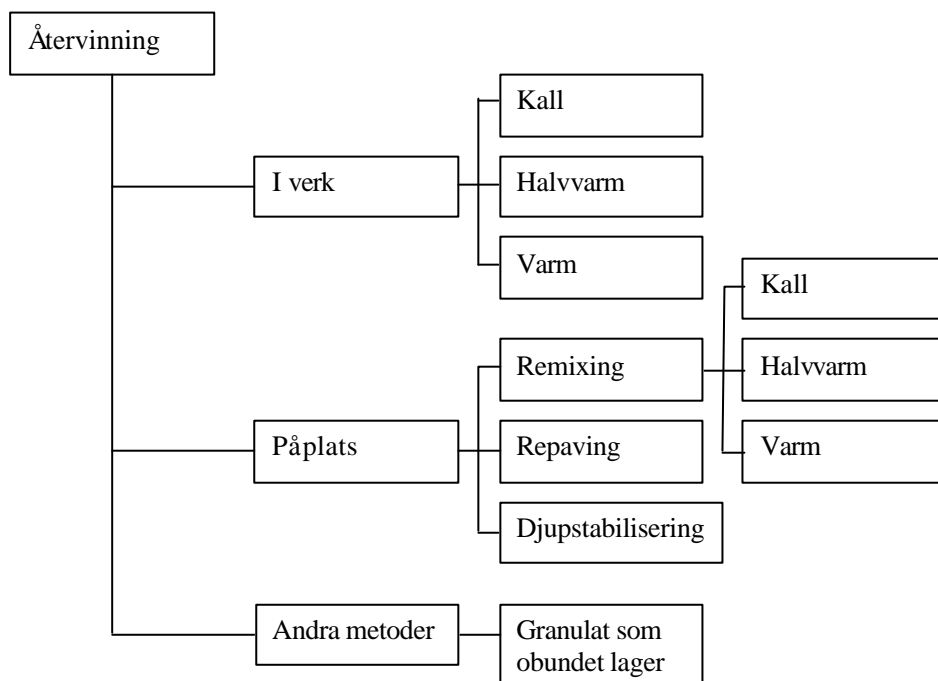
Syftet med detta projekt är att klargöra tekniska effekter och ekonomiska aspekter vid olika metodval avseende kall, halvvarm och varm återvinning av asfalt i verk. Rapporten bygger i huvudsak på resultat som erhållits i Vägverkets återvinningshandbok [2], VTI notat 7-2000 [3] samt SBUF-rapporter [4] och [5]. Den senare rapporten finns bilagd i denna slutrapport.

Rapporten är skriven ur väghållarsynpunkt och val av åtgärdsalternativ bör omfatta total livscykelkostnad, bl.a. kostnader för energiåtgång, transportbehov och materialförbrukning. Eftersom förutsättningarna ofta varierar mellan olika objekt är det mycket svårt att göra en generell ekonomisk analys av potentiella handlingsalternativ. Det blir därför snarast ett ekonomiskt resonemang baserat på specificerade antaganden. Miljö- och arbetsmiljöaspekter bör normalt också beaktas men utelämnas i denna studie från den jämförande analysen. Ett skäl är att det är mycket svårt att ekonomiskt kvantifiera dessa parametrar.

3 ÅTERVINNINGSMETODER FÖR ASFALTBELÄGGNINGAR

Returasfalt benämns asfalt som av en eller annan anledning, antingen genom fräsning eller genom uppgrävning, omhändertas från befintlig väg. Asfaltgranulat benämns det material som erhålls efter att returasfalten sönderdelats till partiklar, av vilken ny asfaltmassa senare tillverkas. För att asfaltgranulat skall anses användbart som ingångsmaterial i ny asfaltbeläggning bör befintligt stenmaterial och bindemedel vara av lämplig sammansättning och uppfylla vissa egenskaper. Bland annat bör det ingående bindemedlet inte vara alltför styvt (ådrat). Dessutom bör förekomsten av föroreningar, t.ex. stenkolstjära, vara begränsad.

Metoder för asfaltåtervinning kan i huvudsak indelas i två kategorier, dels sådana som används på plats där befintliga asfaltlager återvinns direkt, och dels sådana som utnyttjar inblandning av returasfalt i blandningsverk. Tillverkningsprocessen kan i båda fallen vara av typen varm, halvvarm eller kall (jämför figur 1). Kvalitetsskillnader mellan s.k. in-situ och verksblandade metoder förekommer, där den senare metoden ofta ger upphov till jämnare kvalitet, vilket i viss mån förklaras av jämnare kvalitet hos insatsmaterialet.



Figur 1. Metoder för återvinning av asfalt (efter Karlsson, 2002 [5]).

Vald återvinningsmetod kan påverka de reologiska egenskaperna hos den återvunna asfalten, den färdiga beläggningen och slutligen vägens livslängd. Den väsentligaste skillnaden mellan olika återvinningsmetoder är att ju kallare metod, desto lägre initial styvhet hos den återvunna asfaltmassan, vilket innebär lägre motståndskraft mot mekanisk påkänning. Den relativt låga styvheten hos kallt återvunna beläggningar innebär att de lämpar sig bättre för vägar med relativt låg trafikbelastning.

Under årens lopp åldras asfaltbeläggningar genom att bituminet gradvis blir styvare och sprödare. Graden av åldring hos bitumen beror på en mängd material- och produktionsrelaterade faktorer som temperatur, hårumshalt och kemisk sammansättning. Eftersom äldre asfaltbe-

läggningar kan ha mycket varierande ursprung och sammansättning, bör vid högre trafikvolym, krav på funktionella egenskaper ställas vid proportionering.

För att asfalt och produktionsmetoder skall kunna anses lämpliga till vägbeläggningar bör ett antal funktionsegenskaperna uppfyllas [2]:

- nötningsresistens
- lastfördelande förmåga
- deformationsresistens
- lågtemperaturegenskaper
- flexibilitet och självläkande förmåga
- utmattningstålighet
- åldringsresistens
- jämnhet
- friktion/textur

En given återvinningsmetods lämplighet avgörs i slutändan av hur väl den resulterande beläggningen uppför sig i fält. Normalt är det dock kostsamt och svårt att dra tillförlitliga slutsatser om det återvunna materialet direkt från fältobservationer eftersom många faktorer t.ex. inverkan av temperaturfluktuationer, olika trafiksituationer och olika underbyggnader interagerar och påverkar beläggningens nedbrytning. Av den anledningen är det ofta lämpligt att försöka isolera enstaka parametrar, t.ex. inverkan av bindemedelshalt eller temperatur, vid laboratorieförsök. Vid laboratorieförsök undersöker man antingen materialets egenskaper eller försöker simulera fältförhållanden med lämpligt test. En tredje undersökningsnivå är att karaktärisera materialet genom volumetrisk sammansättning, t.ex. kornstorleksfördelning, bindemedelshalt och hållrumshalt. Alla tre nivåerna har berättigande vid undersökningar av inverkan av återvinningsmetod och därmed på vilket sätt återvunnen asfaltbeläggning förhåller sig till nyproducerad beläggning.

Arbetsmiljön kan påverkas av vald återvinningsteknik. Högre temperatur ökar generellt rykigheten och om det förekommer föroreningar i returafalten kan det vara bättre ur arbetsmiljösynpunkt att välja kall eller halvvarm teknik. Om granulatet t ex innehåller större mängder stenkolstjära kan det vara olämpligt att använda den varma återvinningstekniken, då mängden emitterade PAH'er ökar med ökad temperatur.

3.1 KALL ÅTERVINNING

Kall återvinning är en relativt kostnadseffektiv teknik då materialet i stort sett inte kräver någon uppvärmning och att blandningsverken är relativt enkla att flytta, vilket minskar transportkostnaderna. Kall återvinning sker normalt genom tillsättning av 50-60°C varm bitumenemulsion till det i övrigt ouppvärmade materialet. Då återvinningen sker kallt är det emellertid ofta svårt att uppnå effektiv blandning med det gamla, ofta kraftigt ådrade, bindemedlet [5]. Denna svårighet innebär normalt att den återvunna beläggningen initialt är relativt mjuk men hårdnar med tiden, mycket beroende på hur snabbt emulsionen hinner torka ut. Kall återvinningsteknik anses i första hand lämplig för lågtrafikerade vägar belägna långt från fasta asfaltverk. Den resulterande återvinningsmassan används främst till slitlager, men även till bärlager, på låg- och medeltrafikerade landsvägar över hela landet. I princip kan 100 % returafalt återvinnas med kalla återvinningsmetoder och några formella inblandningsbegränsningar finns inte i dagsläget.

Jämfört med varmt tillverkad asfaltmassa (avsnitt 2.3) är det relativt svårt att karaktärisera kallt återvunnen asfalt vid laboratorieförsök och ett antal provningsbetingelser bör noggrant

kontrolleras då bl.a. blandningsförfarande, packningsmetod, lagringstid och konditioneringsmetod avsevärt påverkar resultaten. Det fåtal borrkärnor i VTIs undersökningar (t.ex. [2,3,5]) som hittills redovisats har indikerat att kallt återvunna materials tillstånd och egenskaper väsentligt förändras över tiden. Exempelvis varierar hårumshalten avsevärt under beläggnings livslängd vilket får genomslag på i princip alla reologiska och funktionella egenskaper [4]. Recepturen, framförallt den återvunna asfaltens bindemedelshalt, verkar ha stor betydelse för beläggningarnas egenskaper och livslängd.

Resultaten från VTIs undersökningar har varierat kraftigt men i allmänhet anses återvinningsbeläggningarna uppvisa ungefär likvärdiga material- och funktionella egenskaper som motsvarande nyproducerade material och beläggningar. Uppföljningarna indikerar att återvinningsbeläggnings funktion i hög grad påverkas av erhållen bindemedelshalt. Den i vissa fall förekommande spårbildningen och blödningen anses bero på alltför hög bindemedelshalt. Alltför låg bindemedelshalt kan däremot innebära sprickbildning samt sten- och bruksläpp [2]. Uppföljningarna har även indikerat att kallblandade beläggningar ofta utsätts för s.k. efterpackning, orsakad av den påföljande trafikbelastningen. Med tiden avtar spårbildningstigheten till måttliga nivåer då materialet förstyvas. Andra skadetyper som observerats är ojämnheter och separation till följd av att andelen grovt material sannolikt varit alltför hög i massan. Uppföljningarna har indikerat att förseglingar och ytbehandling, orsakade av strukturell sprickbildning respektive stensläpp, utgör vanliga åtgärder efter 4-9 år [5].

3.2 HALVVARM ÅTERVINNING

Halvvarm återvinning i verk sker normalt genom att materialet uppvärms till 50-80°C. Denna måttliga temperatur innebär att massan blir mer lättpackad, vilket medför att hårumshalten normalt blir lägre jämfört med kallt återvunnen beläggning. Den högre temperaturen anses även innebära bättre blandning mellan gammalt och nytillsatt mjukbitumen. I princip kan halvvarma återvinningsmassor enbart bestå av granulat, bindemedel och vatten, men normalt tillsätts även 10-30 % nytt stenmaterial. Halvvarma återvinningsmassor har använts främst till slitlager, men även till bärlager, på låg- och medeltrafikerade vägar i norra Sverige.

I Sverige finns endast ett fåtal dokumenterade undersökningar av asfalt och beläggningar som producerats med halvvarma verksmetoder. I likhet med kallt återvunnen beläggning kan halvvarma beläggningar initialt vara mjuk och känslig för mekanisk påverkan, vilken kan medföra plastiska deformationer [2]. Beläggningssytan hos halvvarma återvinningsbeläggningar blir normalt tätare än för kallt återvunna beläggningar. Provkroppar som borrats från halvvarmt återvunna beläggningar har indikerat att lägre hårumshalt normalt erhålls jämfört med hos kallt återvunna beläggningar. Kombinationen låg hårumshalt och högt bindemedelsinnehåll kan leda till blödningar och kraftigt svärtad yta. Återvinningsmassorna har i vissa fall även visat sig vara svårlagda, något som kan ha berott på olämplig sammansättning och alltför lågt bindemedel. Detta beror på att massan ibland klibbar samman och får en i det närmaste oläggbar konsistens för en flytande screed. Samma förhållande kan också gälla kall återvinning med emulsion, i synnerhet om returafalten är fet, t ex av Y1.I övrigt uppvisar halvvarmt återvunna beläggningar i stort sett likvärdiga egenskaper som nyproducerade halvvarma massor. Till följd av att de flesta dokumenterade provvägar och kontrollsträckor utförts relativt nyligen har det ännu inte varit möjligt dra några slutsatser rörande effektiv livslängd för dessa beläggningar [2,3].

3.3 VARM ÅTERVINNING

Varm återvinning kan ske med ett antal olika tekniker där de principiella skillnaderna ligger i hur uppvärmning av granulat, blandningsförfarande och överhettning av stenmaterial sker. Metoden är vanlig i många länder och har under senare år även fått stor spridning i Sverige.

Varm återvinning anses lämplig alltifrån relativt små till relativt stora projekt och kan genomföras både i stationära och mobila verk [2,6]. Varmt återvunna massor används till alla typer av beläggningsslager. Maxgränsen för inblandning av granulat/returasfalt är i dag 30 % även om upp till 50 % anses tekniskt genomförbart i trumblandningsverk. Högre inblandningshalter är möjliga i satsblandningsverk om granulatet uppvärms i s.k. parallelltrumma [9]. Liknande nivåer gäller i övriga Europa men variationer mellan olika länder förekommer. I vissa fall finns restriktioner för hur åldrat returasfaltens bindemedel får vara. I ATB VÄG har gränsen satts vid ett penetrationsvärde av 25 (ändras i år till 15). I den nya europastandarden anges denna gräns till 15 (medelvärde) respektive 10 (enskilt värde). Vid varm återvinning i verk tillsätts i Sverige normalt standardbitumen av typerna 70/100 och 160/220.

En viktig faktor vid varm återvinning är hur mycket returasfalt som kan tillåtas för inblandning. Under 1980-talet gjordes ett antal försök som indikerade att uppemot 25 % granulat kan användas utan att den återvunna asfaltmassans egenskaper och sammansättning försämras [2]. Försök som utfördes under 1990-talet indikerade att en granulatinblandning på 20-30 % inte försämrar den resulterande asfaltens sammansättning eller egenskaper. Granulatinblandningen kan ha en viss förstyvande effekt på återvinningsbeläggningen samtidigt som beständigheten tenderar att förbättras. I en bilaga till denna rapport [4] har inverkan av funktionella egenskaper hos AG-beläggning med och utan inblandning av returasfalt undersökts. Resultaten indikerar att egenskaper som stabilitet, styvhetsmodul, pressdraghållfasthet och utmattningstids- och livslängd i viss mån förbättras med granulatinblandning. Denna förbättring kan till viss del förklaras av förbättrad packbarhet. Vid högre inblandningshalter (30-50 %) är det tänkbart att de mekaniska egenskaperna förbättras ytterligare men det kan samtidigt bli svårt att uppfylla kraven i ATB VÄG avseende gradering och mjukpunktsvärden. I Sverige finns endast ett fåtal dokumenterade undersökningar av asfalt och beläggningar som producerats med varma verksmetoder, t.ex. [9]. I princip kan varm återvinning användas där nyproducerad varmmassa normalt används och livslängden anses motsvara den för nyproducerad beläggning [2]. För varm återvinning med värmemetoder på väg (t ex remixing) bestäms förväntad livslängd av mängden returasfalt. Generellt synsätt: 75 % returasfalt förväntas ge 75 % av nyttillverkad livslängd.

4 INVESTERINGSBEDÖMNING AV ÅTERVINNINGSMETOD

En generell jämförelse mellan olika tekniker för återvinning är mycket svår att genomföra ur ett ekonomiskt perspektiv. Bedömd livslängd blir helt avgörande för utfallet (mer om detta nedan). Ett exempel kan dock användas för att belysa hur ett val av återvinningsmetod kan genomföras. Exemplet finns tidigare beskrivet i Vägverkets Återvinningshandbok [2] och gör inte på något sätt anspråk på att utgöra något facit. Avsikten med kapitlet är att åskådliggöra hur tillvägagångssätt för val av återvinningsmetod kan göras. Det bör understrykas att objektet är fingerat i den mening att priser och livslängder för olika återvinningsmetoder är hypotetiska vars enda syfte är att illustrera den komplexitet som ligger bakom en återvinningsutvärdering. Vid verkliga val bör ingångsvärden baseras på aktuella förutsättningar.

4.1 PROBLEMSTÄLLNING

Att göra en strikt ekonomisk analys genom att jämföra olika återvinningsalternativ och med nyproducerad beläggning är inte enkelt. Då förutsättningarna ofta varierar väsentligt mellan olika projekt blir det snarast ett ekonomiskt resonemang baserat på objektspecifika antaganden. Val av åtgärdsalternativ bör ur väghållarsynpunkt åtminstone omfatta total livscykelkostnad, bl.a. energiåtgång, transportbehov och materialförbrukning men också miljö- och arbetsmiljöaspekter, alla baserade på fakta och bedömningar som gäller för det specifika objektet. I princip bör allt ifrån den befintliga vägens skick, den återvunna beläggningens egenskaper till ekonomiska, miljö- och arbetsmiljörelaterade aspekter beaktas. Exempelvis påverkar en given återvinningsmetod återvinningsbeläggningens funktion, bl.a. resistens mot de vanligaste nedbrytningsmekanismerna: spår- och sprickbildning. Även produktionskostnader kan skilja sig väsentligt åt mellan olika återvinningsmetoder främst vad gäller material-, energi-, transport- och deponikostnader.

- Objekt: Längd 5 km× bredd 6m
- Klimatzon: 3
- Trafiksituation: ÅDTt 900 fordon, varav 15% tunga fordon
- Befintlig beläggning: 15 år gammal ABT 16, 100 kg/m². Bitumen återvunnet från returafalt indikerar Penetrationsvärde på 35
- Tillstånd: Spårbildning, ca 70 mm, till följd av dålig bärighet och omfattande krackelering
- Logistik: Ca 40 km till asfaltverk och grustäkt. Upplagsplats för returafalt finns i anslutning till objekt
- Miljö: Vägen saltas ej och vinterdrift består främst av snöröjning genom plogning
- Åtgärdsföreskrift: Utifrån tillståndsbedömningen har det bestämts, efter bortfräsning av asfaltlager, att vägen skall förstärkas med 15 cm obundet bärlager. Returafalten skall återvinnas i nytt slitlager (100 kg/m² eller 40 mm).

4.2 HANDLINGSALTERNATIV

Ett första steg i en utvärderingsprocess är att, utifrån erfarenhet, grovt identifiera lämpliga och olämpliga återvinningsmetoder. I princip kan utvärderingen ske i enlighet med följande kategorier: objektskategori, klimat, objektstorlek och befintlig vägs tillstånd.

4.2.1 Objektskategori

I figur 2 anges lämpliga användningsområden för olika återvinningstekniker baserat på objektskategori. Lämpligheten styrs till viss del efter återvinningsbeläggningarnas resulterande mekaniska egenskaper. Exempelvis blir lager av kallt eller halvvarmt återvunnen asfalt initialt mjukare jämfört med varmt tillverkade beläggningar vilket inneburit att mer högratifierade vägar inte varit lämpliga för kall återvinning (jämför figur 2). Även långsamt gående eller stillastående trafik beaktas i figur 2 där bl.a. parkeringsplatser och busshållplatser inte bör produceras med kallare metoder.

Objektskategori	Återvinningsteknik		
	Varm	Halvvarm	Kall
Gator och vägar, ÅDT _t >4000	Grön	Röd	Röd
Gator och vägar, ÅDT _t 1500-4000	Grön	Gul	Röd
Gator och vägar, ÅDT _t <1500	Grön	Grön	Grön
Industriplaner, busshållplatser, signalkorsningar, start- och taxibanor, flygfält	Grön	Röd	Röd
P-platser, mindre korsningar	Grön	Gul	Gul
Gator och vägar, planer med liten trafik	Grön	Grön	Grön

Grön = lämpligt
Gul = mindre lämpligt
Röd = olämpligt

Figur 2. Objektstyp och rekommenderad återvinningsteknik.

Vägen i detta exempel är medeltrafikerad, vilket enligt figur 2 betyder att alla tre (kall, halvvarm och varm) återvinningsmetoderna kan anses vara lämpliga då objektet är utsatt för trafikmängder ÅDT_t<1500 fordon. Återvinning på plats anses däremot inte möjligt då fränsnings- och förstärkningsåtgärder innefattande obundet bärlager föreskrivits.

4.2.2 Klimat

I princip bör inte klimatet avgöra återvinningsmetod men till följd av att kallare klimat normalt kräver mjukare bindemedel, jämfört med varmare klimat och tyngre trafik, bör denna faktor beaktas. Ofta är det i granulatet ingående bindemedlet kraftigt oxiderat (ådrat), något som ofta anses ha betydelse för en återvunnen beläggningens funktion. Åldring leder till ökad styvhet men anses även påverka fysikaliska och kemiska egenskaper hos bindemedlet, t.ex. duktilitet och adhesion. I de flesta återvinningsmetoder tillsätts nytt bindemedel och det är vanligt att välja ett något mjukare bindemedel för att kompensera för granulatets hårdare kvalitet. Ett förnygringsmedel kan också användas för att modifiera det befintliga och åldrade bindemedlet, en process som är långt ifrån förstådd [7].

För varm återvinning är dock en dylik kompensation inte tillåten enligt svenskt regelverk (ATB väg). Gränsen för när bindemedlet skall anses vara så hårt att det kan ifrågasättas om det har någon flexibilitet kvar, har i Sverige under senare år ansetts ligga vid ett penetrationsvärde av 25. Detta värde anpassas dock i ATB väg 2004 till den kommande CEN-standarden

(penetrationsvärde 15). Är bindemedlet hårdare än så skall det betraktas som ballast (stenmaterial).

I det aktuella exemplet är alla tre återvinningsteknikerna (kall, halvvarm och varm återvinning) möjliga då aktuell klimatzon och vinterväghållning anses relativt moderata. I klimatzoner med allmänt lägre temperaturer kan kalla och halvvarma återvinningsmetoder anses ha fördelar gentemot varma, eftersom dessa normalt resulterar i relativt flexibla beläggningar. Kalla och halvvarma återvinningsmetoder bör däremot undvikas när vinterväghållningen innebär avsevärd mekanisk åverkan på beläggningen (t.ex. isrivning). För fler argument se [2].

4.2.3 Objektstorlek

Val av återvinningsmetod påverkas i hög grad av återvinningsobjektets storlek. Etablering av verk eller remixer kräver normalt tillräckligt stora återvinningsvolymerna för att önskvärd lönsamhet skall kunna uppnås. Aktuell objektstorlek i detta exempel är 30000 m² beläggningsyta och 3000 ton asfaltmassa, vilket erfarenhetsmässigt anses kunna motivera de flesta återvinningsalternativen (återvinning på plats anses inte möjligt då fräsnings- och förstärkningsåtgärder innefattande obundet bärlager föreskrivits). Figur 3 som är återgiven från Återvinningshandboken [2] indikerar att vårt exempel inte anses tillräckligt stort för att motivera varm återvinning i verk. Då asfaltverk enligt uppgift finns i närheten kan dock denna metod anses vara användbar. Mobilt verk kan etableras för kall och halvvarm återvinning. Objektets behov rörande returafalt anses enligt uppgift kunna täckas oberoende av återvinningsmetod.

Metod	Varm			Halvvarm		Kall		
	Verk	Repaver, m ²	Remixer, m ²	Verk	Remixer, m ²	Verk	Remixer, m ²	Stabilisering
Ton massa								
<500		<5000	<5000		<5000		<5000	
500-1500		<15000	<15000		<15000		<15000	
1500-2500		>15000	<25000		>15000		>15000	
2500-5000			>25000					
5000-10000								
>10000								

Figur 3. Riktvärden för volymsgränser för olika återvinningsalternativ baserat på objektstorlek. Lämplighet se figur 2.

4.2.4 Tillstånd hos befintlig väg

Tillståndsbedömning av befintligt objekt bör göras för att undersöka huruvida olika återvinningsmetoder är lämpliga. Tillstånd hos befintlig vägyta, beläggning och vägstruktur bör främst bedömas avseende förekomst av eventuella ojämnheter, spår- och sprickbildning, etc. Det är exempelvis direkt olämpligt att utföra remixing eller repaving på en väg som uppvisar avsevärda plastiska deformationer [2]. Tillståndsbedömning bör även göras rörande returafaltens bindemedelshalt och stenmaterials sammansättning då proportionering av återvunnen asfaltmassa i allmänhet kräver tillsättning av nytt bindemedel. Ibland är det även önskvärt med nytt stenmaterial för att den återvunna asfalten skall erhålla adekvata egenskaper. Återvinningen ställer normalt även krav på att ingående stenmaterial uppfyller vissa prestanda, vilket speciellt gäller vid återvinning för slitlagertillverkning. Även om kunskapen rörande varm återvinning i Sverige är relativt begränsad anses tillsatser på 20-30 % asfaltgranulat inte negativt påverka återvinningsbeläggningarnas funktion. Vissa asfaltmassor kan dock både ur miljö- och arbetsmiljösynpunkt inte användas som returafalt. Exempelvis bör returafalt innehållande alltför hög andel stenkolstjära undvikas vid varm återvinning.

I aktuellt exempel kan den uppgivna spårbildningen (jämför avsnitt 4.1) sannolikt medföra att medföljande obundet material inte kan undvikas vid fräsning, något som kan innebära pro-

blem vid varm återvinning i verk. Dessutom kan den observerade krackeleringen kan tyda på dålig bärighet vilket kan föranleda en undersökning av bindemedlets ådringsgrad. I exemplet uppskattas 10% obundet material medkomma vid fräsningen, vilket kan vara till nackdel för varm återvinning vid verk. Penetrationen i det återvunna bindemedlet var 35, vilket medför att alla återvinningsmetoderna anses acceptabla, d.v.s. att returafalten kan användas till kall, halvvarm och varm återvinning.

När bedömningarna av objektskategori, klimat, objektsstorlek och tillstånd gjorts kan lämpligheten hos olika återvinningsmetoder bedömas. I vårt fall anses fyra återvinningsmetoder och nytillverkning i verk fortfarande aktuella.

Tabell 1: Metodurval.

Återvinningsmetod	Kategori	Klimat	Storlek	Tillstånd
Repaving				
Pemixing				
Varm ÅA vid verk				
Halvvarm ÅA vid verk				
Kall ÅA vid verk				
Nyttillverkning halvvarm				
Nyttillverkning varmt				

4.3 KALKYLFÖRUTSÄTTNINGAR

Efter metodurvalet (avsnitt 4.2) bör en ekonomisk utvärdering av de (i detta fall fem stycken) återstående alternativen utföras. Generellt sett kan investeringsbedömningar baseras på ett antal olika kalkylmetoder, t.ex. Nuvärdesmetoden [8]. Denna metod går ut på att investeringsalternativs förväntade in- och utbetalningar omräknas till en och samma tidpunkt (början av år 1, normalt tidpunkten för grundinvesteringen). I vårt fall, jämförelse av olika återvinningsalternativ, existerar inga uppenbara intäkter. Däremot leder de olika investeringsalternativen till olika kostnader och livslängder, varför relevant jämförelse av de olika handlingsalternativen bör baseras på årskostnadsbasis. Jämförelsen sker på annuitet, d.v.s. genom att alla kostnader omräknas till årligen återkommande lika stora belopp (annuiteter) under det aktuella återvinningsalternativets livslängd.

4.3.1 Kostnader

I exemplet beräknas annuiteten som ett nuvärde dividerat med annuitetsfaktorn där åtgärdspris (investering) antingen erhålls från offerter eller antaganden. Kostnaderna för de olika återvinningsalternativen påverkas av en mängd faktorer av vilka transport- och produktionskostnader tillhör de viktigaste. Som beskrevs i kapitel 3 kan kall återvinning innebära lägre produktionskostnader än motsvarande varma tekniker bl.a. till följd av lägre energiåtgång. En annan viktig faktor vid utvärderingen är de olika åtgärdernas livslängd och tiden fram till nästa större åtgärd. Nuvärdet för varje åtgärdsalternativ kan bestämmas genom följande ekvation:

$$N = I + \frac{U}{(1+R)^t} \quad (1)$$

där U är underhållskostnad, I är investering (eller åtgärdspris) och t är tiden till underhållsåtgärd. R är kalkylränta vilken sätts beroende på marknadsränta samt kapital- och risknivå på projektet. Kalkylräntan uttrycker en s.k. tidspreferens, d.v.s. hur mycket en framtida kostnad skall nedvärderas jämfört med idag. Nedvärderingen motiveras normalt med att man har al-

ternativa placeringsmöjligheter, finansieringskostnader och inflationseffekter, vilka speglas av kalkylräntan.

Genom att jämföra annuiteten för de olika handlingsalternativen kan det ekonomiskt mest fördelaktiga alternativet väljas. Annuiteten beräknas genom att dividera nuvärdet, N, med den s.k. Annuitetsfaktorn, i vilken kalkylränta, R, och livslängd, L, är ingångsparametrar.

$$\text{Annuitetsfaktor} = \frac{1 - \left(1 + \frac{R}{100}\right)^{-L}}{\frac{R}{100}} \quad (2)$$

I kapitel 3 angavs att livslängder för olika återvinningsmetoder är mycket svårt att uppskatta. I återvinningshandboken [1] anges dock ungefärliga riktvärden, 11, 13 och 15 år för kall, halvvarm och varm återvinning, respektive (se även nedan under Livslängder). Enligt exemplet (tabell 2) utfaller halvvarm återvinning vid verk aningen bättre än kall återvinning i verk när kalkylräntan sätts till 5 %. Skillnaden mellan de tre återvinningsalternativen är dock mycket liten, men det är mycket tydligt att återvinning är klart bättre än nytillverkning.

Tabell 2: Beräkning av årskostnad för olika återvinningsalternativ.

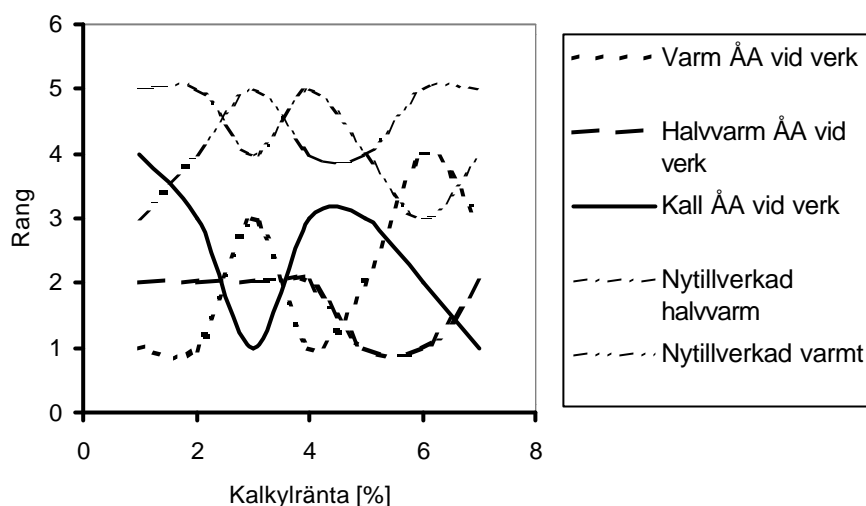
Återvinningsmetod	Investering (I) kr/m ²	Livslängd (L) år	Tid till underhåll år	Underhållskostnad (U) kr/m ²	Kalkylränta (R) %	Nuvärdeskostnad (N) kr/m ²	Annuitet kr/m ²	Rang
Varm ÅA vid verk	50	15	0		5	50,00	4,82	1
Halvvarm ÅA vid verk	37	13	7	11	5	44,82	4,77	2
Kall ÅA vid verk	32	11	6	11	5	40,21	4,84	4
Nyttillverkning halvvarm	42	13	7	11	5	49,82	5,30	5
Nyttillverkning varmt	55	15	0		5	55,00	5,30	3

4.3.2 Känslighetsanalys

Exemplet ovan illustrerar hur en utvärdering av åtgärdsalternativ principiellt kan gå till. Det bör dock påpekas att ingångsparametrar som material- och transportkostnader väsentligt påverkar resultatjämförelsen men även modellparametrar, som kalkylränta, bör noga beaktas.

Kalkylränta

Val av nivå på kalkylräntan påverkar i många fall ett investeringsbeslut. I exemplet uppvisar halvvarm återvinning ca 1 % lägre kostnad än den näst kostnadseffektivaste metoden, varm återvinning. Förhållandet blir dock det omvända då en kalkylränta av 4 % används, d.v.s. varm återvinning utfaller som mest lönsamt. Som indikeras i figur 4 råkar det halvvarma alternativet endast vara kostnadseffektivast vid kalkylräntan 5 %. Att rangordningen av olika investeringsalternativ påverkas av kalkylräntan är en välkänd svaghet hos kalkylmetoden [8].



Figur 4. Inverkan av kalkylränta på återvinningsalternativens rangordning (alla andra ingångsvärden enligt tabell 2).

Kalkylmetoden tar heller inte hänsyn till att dyra investeringsalternativ ställer betydligt större anspråk på kapital, något som i sig kan påverka kalkylräntan. Om detta antagande är tveksamt bör nuvärdesbräkningen kompletteras med en analys av effekter på likviditeten. När det gäller jämförelser mellan olika återvinningsalternativ vad gäller livslängd kan annuitetsmetoden endast användas i de fall antagandet om s.k. "evig återanskaffning" är rimligt [8].

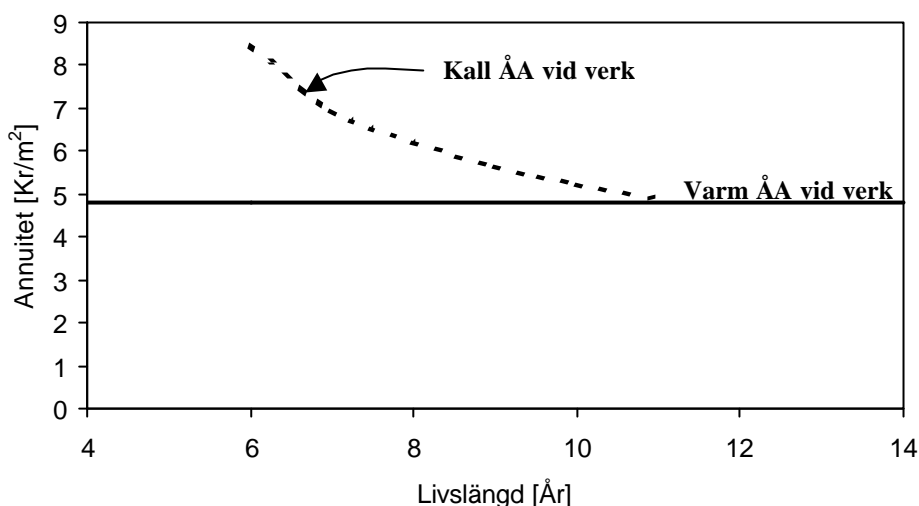
Livslängder

Den kanske viktigaste, och sannolikt mest svåruppskattade faktorerna för bedömning av åtgärdsalternativ är den resulterande återvinningsbeläggningens tekniska livslängd. Ingen av de undersökningar som ännu publicerats i Sverige indikerar att livslängden för olika återvinningsbeläggningar motsvarar de värden som angivits i Vägverkets återvinningshandbok (se tabell 2). För halvvarmt och varmt återvunna beläggningar finns överhuvudtaget inga slutsatser redovisade i litteraturen. I fallet kallt återvunna beläggningar verkar livslängderna vara väsentligt lägre än de värden som angivits i återvinningshandboken (se tabell 2). I tabell 3 återges livslängder för de åtta objekt som redovisas i [5]. För fem av åtta objekt kan teknisk livslängd anses ha uppnåtts redan efter 4-9 år då omfattande åtgärd (omläggning eller ytbehandling) genomförts. Två av objekten har genomgått lokala förseglingar medan det åttonde objektet efter sex år fortfarande ser mycket bra ut [5].

Tabell 3. Tekniska livslängder enligt [5].

Objekt	Utförd	Åtgärd	Tidpunkt för åtgärd	Antal år till åtgärd
Väg 63, Saxån	1992	Omläggning	2000	8
N-714, Vessigebro-Ätrafors	1994	(Lokal försegling)	2002	8+
N-530, Såghuset-Skönhult	1994	(Lokal försegling)	2002	8+
O-503, Hällesåker	1992	Ytbehandling	1998	6
E-209, Norrköping-Arkösund	1994	Ytbehandling	2003	9
D-976, Strängnäs	1996	Ytbehandling	2000	4
D-957, Vansö	1996	Ytbehandling	2000	4
D-501, Ålberga	1996	-	-	6+

Livslängden för en kallt återvunnen beläggning förefaller kunna variera mellan fyra och nio år, något som avsevärt påverkar utvärderingen. Effekten av livslängdsförändringen indikeras i figur 5, där annuiteten för det kallt återvunna alternativet illustreras. Figuren visar att annuiteten ökar dramatiskt med sjunkande teknisk livslängd och hamnar snart betydligt högre jämfört med motsvarande varma alternativ (enligt exemplet: teknisk livslängd konstant på 15 år och en annuitet på 4,82 kr/m²). Även om beräkningsexemplet är fiktivt så indikerar resultatet i figur 5 att den tekniska livslängden är helt avgörande för kostnadseffektiviteten.



Figur 5. Inverkan av teknisk livslängd på annuitet för kall återvinning i verk (alla andra ingångsvärden enligt tabell 2). Den heldragna linjen indikerar annuiteten för det varma återvinningsalternativet enligt tabell 2.

Investerings-, drift och underhållskostnader

Faktorer som investerings-, drift och underhållskostnader har stor betydelse för de olika åtgärdsalternativens konkurrenskraft. Då dessa kostnader i princip är helt objektsspecifika och beror på enskilda företags produktions- och inköpsförutsättningar är det inte meningsfullt att djupare analysera deras inverkan på valet av olika återvinningsalternativ.

5 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Beläggning innehållande återvunnen asfalt kan erhålla likvärdig kvalitet jämfört med ny tillverkad asfalt. Vid en jämförelse mellan olika återvinningstekniker påverkas det ekonomiska utfallet av en mängd parametrar. Den starkast påverkande faktorn är bedömd livslängd för utförd beläggning. Det framgår av denna rapport att det finns betydande brister vad gäller dokumentation av uppföljningar av olika återvinningsbeläggningars tekniska livslängder. I fallen med halvvarmt och varmt återvunna beläggningar finns överhuvudtaget inga slutsatser dokumenterade, mestadels till följd av att de projekt som genomförts under senare tid är alltför nya. I de fåtal fall där tekniska livslängder mer systematiskt undersökts kan relativt stora livslängdsvariationer konstateras (4-9 år), dock överlag kortare än det räkneexempel som återges i Vägverkets officiella återvinningshandbok (11 år). Överläggning eller ytbehandling har i denna studie bedömts vara av den senare typen då dessa åtgärder utgör en förhållandevis hög åtgärds kostnad jämfört med den ursprungliga investeringskostnaden för återvinningsbeläggningen.

Ur ekonomisk synpunkt har även faktorer som investerings-, drift och underhållskostnader stor betydelse vid åtgärdsbeslut. Då dessa kostnader i princip är helt objektsspecifika och beror på enskilda företags produktions- och inköpsförutsättningar är det svårt att generalisera deras inverkan på valet av återvinningsalternativ. Det är därför i dagsläget mycket svårt att jämföra de olika återvinningsmetoderna gentemot varandra och nyproducerade beläggningar. För att öka kunskapen rörande återvinningsbeläggningars livslängd krävs fler uppföljningar.

6 REFERENSER

- [1] Vägverket "ATB VÄG - Allmän Teknisk Beskrivning för Vägkonstruktion." Publikation 2003:111 (2003).
- [2] Vägverket "Handbok för Återvinning av Asfalt." Publikation 2000:93 (2000).
- [3] Jacobson, T., Hornwall, F. "Kall och Halvvarm Återvinning vid Verk - Uppföljning av Provvägar och Kontrollsträckor." VTI notat 7-2000 (2000).
- [4] Ulmgren, N. "30% Inblandning av Returasfalt i AG, Teknisk Utvärdering – Belägningsobjekt E4 St Åby-Väderstad." Rapport 2002-04, delrapport i SBUF-projektet: Teknisk och ekonomisk utvärdering av asfaltmassor och returasfalt. (2002).
- [5] Jacobsson, T. "Kall Återvinning av Asfalt – Inventering av Äldre Prov- och Kontrollsträckor." (2004).
- [6] Jacobson, T., Simonsson, B. "Varm Återvinning i Asfaltverk – Försök med Bindlager (ABb) på Väg 40 och Slitlager (ABS) på Väg 42, Västergötland." VTI notat 22-1998 (1998).
- [7] Karlsson, R. "Investigations of Binder Rejuvenation related to Asphalt Recycling." Doktorsavhandling, Avdelningen för vägteknik, KTH. (2002).
- [8] Ljung, B., Högberg, O. "Investeringsbedömning - en Introduktion." Liber Hermods.(1996).
- [9] Jacobson, T. "Försök med Varm Återvinning på Väg 53, Stenkvista-Bäckåsen." VTI notat 51-2003 (2003).

Kall återvinning av asfalt - inventering av äldre prov- och kontrollsträckor

BAKGRUND

I VTI Notat 28-2001 redovisas uppföljningar i fält av kalla återvinnings-beläggningar. Ett antal provvägar eller kontrollsträckor utvalda på ordinarie vägobjekt följdes upp fram till och med slutet av 1990-talet. Beläggningarna lades mellan 1992-96. Uppföljningarna omfattade okulär besiktning, mätningar av vägytans tillstånd (spår, jämnhet, textur) och i vissa fall provtagning och analys av borrhärnor.

En förnyad uppföljning av sträckorna belägna i södra Sverige utfördes under hösten 2002. I de fall beläggningen inte hade åtgärdats och där borrhärnor tidigare tagits togs på nytt borrhärnor. I samband med detta besiktigades vägen också. Borrhärnorna analyserades på laboratoriet med avseende på hållrumshalt, pressdraghållfasthet och vattenkänslighet. För övriga objekt har uppgifter om eventuella åtgärder av vägen samlats in från Vägverket.

Resultaten av uppföljningarna redovisas i följande avsnitt. En sammanställning över hållrumshalt, pressdraghållfasthet och vidhäftningstal (ITSR) ges i tabellform. Hållrumshalterna är medelvärden av 2-6 prov per provpunkt. Pressdragprovet på torr resp. vålagrade provkroppar omfattar 2-3 prov vardera per provpunkt. De enskilda provningsresultaten redovisas i bilagor. Som jämförelse har även de tidigare provningsresultaten av borrhärnor tagits med (VTI notat 28-2001).

PROVVÄGSFÖRSÖK PÅ VÄG 63, SAXÅN, VÄRMLANDS LÄN

Ett större provvägsförsök utfördes sommaren 1992 på riksväg 63 i Värmland. Kalla återvinningsmassor testades både som slit- och bärlager.

Fakta om objektet:

Utförande:	1992
ÅDT _{total} :	1540
Vägbredd:	ca 8 m
Saltning:	ja
Metod:	kall återvinning i verk
Typ av lager:	slit- och bärlager
Bindemedel:	BE60M/2200
Granulat:	ABT16/B180
Stenmaterialblandning:	nej

Str 1	Str 2	Str 3	Str 4	Str 5	Str 6	Str 7	Str 8	Str 9	
80 MABÅ 2,0 % BE	80 MABÅ 3,0 % BE	80 MABÅ 4,0 % BE	80 MAB16T						
100 AGÅ 1,5 % BE	100 AGÅ 1,5 % BE	100 AGÅ 1,5 % BE	100 AGÅ 1,5 % BE	100 AGÅ 3,0 % BE	100 AGÅ 5,0 % Vatten	180 AG25	120 AG25	60 AG16	
Nytt GBL 10cm						Gammal beläggning			
GBL gammalt									

Figur 1 Beskrivning av provvägen på väg 63, Värmland. Sammanlagt 6 sträckor med kalla återvinningsmassor ingick i försöket.

Erfarenheter från försöket

Uppföljningarna mellan 1992-1999 (7 års uppföljning) visade på stora skillnader mellan de olika provsträckorna. Bäst av slitlagersträckorna klarade sig den med tillsats av 3,0 % emulsion som erhöll en mycket måttlig utveckling av spår, stensläpp och bärighetssprickor och var jämförbar med de bästa referenserna av nytillverkad massa. Sträckan med tillsats av 2,0 % emulsion erhöll fler sprickor och stensläpp än övriga. Sträckan med 4,0 % emulsion blev mycket tät och slät med följd att inga stensläpp eller sprickor observerades men beläggningen erhöll däremot plastiska deformationer på grund av det höga bindemedelsinnehållet (ca 8,0 % bitumen sammantaget). Hos bärlagersträckorna var skillnaden relativt liten mellan tillsats av 1,5 och 3,0 % emulsion medan den utan emulsionstillsats erhöll sprickor i ett tidigt skede. Noterbart var att samtliga referenser med varm massa (AG och ABT) erhöll bärighetssprickor ungefär samtidigt som återvinnings-sträckorna trots att bärigheten låg på en betydligt högre nivå för de varmtillverkade massorna enligt fallviktsmätning.

Åtgärder

Provvägen lades över med ytbehandling 2000, främst pga sprickorna och stenlossningen på sträcka 1 och den intilliggande beläggningen.

N-714, VESSIGEBRO-ÄTRAFORS

Sträckan är belägen på väg N714, delen Vessigebro-Ätrafors, ca en mil nordost om Falkenberg. Sträckan är 400 m lång.

Fakta om objektet:

Utförande:	1994
ÅDT _{total} :	1000
Vägbredd:	6 m
Saltning:	nej
Metod:	kall återvinning i verk
Typ av lager:	slitlager
Bindemedel:	BE60M/2000
Granulat:	ABT, AG
Stenmaterialinblandning:	ja

Borrkärnor

Provtagningar har tidigare utförts 1994, 1995 och 1997. Resultaten redovisas i tabell 1.

Tabell 1 Borrkärnor från väg N714, Vessigebro-Ätrafors.

Prov-sektion	År	Läge	Hårums - halt 1) vol-%	Styvhets- modul MPa	Pressdrag- hållfasthet kPa	Vidhäftn.- tal %
1	1994	Hjulspår	10,5	-	400	76
		M. hj.	11,1	-	360	-
2		Hjulspår	8,7	-	425	-
		M. hj.	7,5	-	405	-
1	1995	Hjulspår	9,5	-	597	69
		M. hj.	8,1	-	571	-
2		Hjulspår	9,2	-	677	-
		M. hj.	8,2	-	640	-
1	1997	Hjulspår	5,9	1076	504	88
		M. hj.	10,1	-	531	-
2		Hjulspår	4,1	1240	521	-
		M. hj.	6,0	-	448	-

1) Skrymdensitet bestämd enligt FAS metod 448

En förnyad provtagning utfördes i oktober 2002. I varje sektion togs sex prov, fyra i hjulspår och två mellan hjulspår (samma som tidigare). Resultaten redovisas i tabell 2.

Tabell 2 Borrkärnor från väg N714, Vessigebro-Ätrafors.

Prov-sektion	År	Läge	Hårums - halt 1) vol-%	Hårums - halt 2) vol-%	Pressdrag- hållfasthet kPa	Vidhäftn.- tal %
1	2002	Hjulspår	6,2	4,1	874	72
		M. hj.	6,4	4,7	789	-
2		Hjulspår	4,2	2,5	769	82
		M. hj.	6,9	4,0	1023	-

1) Skrymdensitet bestämd enligt FAS metod 448

2) Skrymdensitet bestämd enligt FAS metod 427

Okulär besiktning

Hösten 1994

Beläggningen såg mycket bra ut. Inga spår eller blödningar efter den varma sommaren vilket tyder på att bindemedelshalten inte varit för hög. Små svarta fläckar (bollar) förekommer dock.

Hösten 1995

Beläggningen såg fortfarande mycket bra ut. Inga spår eller blödningar efter två varma somrar.

Höstarna 1996-99

Beläggningen var oskadad och i stort sett oförändrad sedan den första sommaren. Ingen påtaglig stenlossning har observerats under denna tid och det gäller även för de övriga återvinningsobjekten (flera vägar) som lades samtidigt som kontrollsträckan.

Hösten 2002

Beläggningen var i stort sett oförändrad sedan tidigare.

Åtgärder

Kontrollsträckan eller vägen i övrigt har inte behövt åtgärdas i större omfattning. Lokala ytor har dock förseglats främst pga sprickor.

N-530, SÅGHUSET-SKÖNHULT

Uppföljningssträckorna är belägna på väg N530, delen Såghuset - Skönhult, ca 5 resp. 10 km sydost om Laholm. De två sträckorna är 600 m långa vardera. Beläggningen, slitlager och justering av återvinningsmassor, utfördes i september 1994.

Fakta om objektet:

Utförande:	1994
ÅDT _{total} :	1000
Vägbredd:	5-5,5 m
Saltning:	nej
Metod:	kall återvinning i verk
Typ av lager:	slitlager
Bindemedel:	BE 6M/2 000
Granulat:	ABT och AG
Stenmaterialinblandning:	ja

Borrkärnor

Provtagning har tidigare utförts 1995 och 1997. Resultaten från laboratorieanalyserna framgår av tabell 3.

Tabell 3 Borrprov från väg N530, Såghuset-Skönhult.

Prov-punkt nr	År	Läge	Hårums - halt 1) vol-%	Styvhetsmodul MPa	Pressdrag-hållfasthet kPa	Vidhäftn. - tal %
1	1995	Hjulsp.	11,5	-	872	62
		M. hj.	13,9	-	729	-
2		Hjulsp.	13,8	-	472	-
		M. hj.	14,6	-	418	-
1	1997	Hjulsp.	5,9	2862	729	56
		M. hj.	11,9	-	865	-
2		Hjulsp.	6,7	2137	695	-
		M. hj.	9,3	-	819	-

1) Skrymdensitet bestämd enligt FAS metod 448

En förnyad provtagning utfördes i oktober 2002. I varje sektion togs sex prov, fyra i hjulspår och två mellan hjulspår (samma som tidigare). Resultaten redovisas i tabell 4.

Tabell 4 Borrprov från väg N530, Såghuset–Skönhult.

Prov- sektion	År	Läge	Hårums - halt 1) vol-%	Hårums - halt 2) vol-%	Pressdrag- hålfasthet kPa	Vidhäftn.- tal %
1	2002	Hjulspår	3,4	2,1	958	92
		M. hj.	10,8	7,8	1088	-
2		Hjulspår	8,6	6,1	549	57
		M. hj.	9,0	6,3	1175	-

1) Skrymdensitet bestämd enligt FAS metod 448

2) Skrymdensitet bestämd enligt FAS metod 427

Okulär besiktning

Hösten 1994

I samband med utförandet av beläggningen och borrningen besiktades vägen. Ytan såg mycket bra och homogen ut.

Hösten 1995

Ytan såg fortfarande mycket bra och homogen ut. Det finns dock ytor utanför kontrollsträckorna (med återvinningsbeläggning) som lokalt förseglats pga stensläpp.

Höstarna 1996-99

Beläggningen hade klarat sig mycket bra och var i stort sett oförändrad i förhållande till den första besiktningen 1994 (dock insliten). Inga ytor på kontrollsträckorna hade haft behov av försegling. Ytan såg hösten 1999 ut att ha en bra hållbarhet och beständighet. Inga större stensläpp kunde observeras på hela objektet (drygt 10 km).

Hösten 2002

Utan var mer öppen och råän tidigare pga av åldring.

Åtgärder

Under senare år har en del ytor förseglats pga sprickor eller stenlossning.

O-503, HÄLLESÅKER

Uppföljningssträckan är belägen på väg O503, strax öster om Lindome och Hällesåker i Västra Götalands län, och är 800 m lång. Beläggningen, slitlager av återvinningsmassor, utfördes sent på hösten 1992.

Fakta om objektet:

Utförande:	1992
ÅDT _{total} :	3250
Vägbredd:	6 m
Saltning:	ja
Metod:	kall återvinning i verk
Typ av lager:	slitlager
Bindemedel:	BE 60M/2 200
Granulat:	sannolikt ABT16 och AG
Stenmaterialinblandning:	ja

Borrkärnor

Provtagning har tidigare skett vid fyra tillfällen, 1993, 1994, 1995 och 1997. Resultaten från analyserna av borrproven redovisas i tabell 5.

Tabell 5 Borrkärnor från väg O503, Hällesåker.

Prov-punkt nr	År	Läge	Hårums - halt 1) vol-%	Pressdrag-hållfasthet kPa	Vidhäftn. - tal %
1	1993	Hjulspår	19,9	160	93
		M. hj.	21,3	155	-
2		Hjulspår	22,2	170	-
		M. hj.	25,5	145	-
1	1994	Hjulspår	10,5	445	69
		M. hj.	10,5	405	-
2		Hjulspår	10,5	550	-
		M. hj.	12,2	500	-
1	1995	Hjulspår	5,4	786	74
		M. hj.	9,0	614	-
2		Hjulspår	11,1	674	-
		M. hj.	9,3	717	-
1	1997	Hjulspår	3,5	606	65
		M. hj.	6,9	451	-
2		Hjulspår	5,3	564	-
		M. hj.	8,4	411	-

1) Skrymdensitet bestämd enligt FAS metod 448

Okulär besiktning

Hösten 1993

Beläggningen gav ett mycket positivt intryck. Endast lokala stensläpp observerades. I övrigt förekom inga skador eller spår.

Våren 1994

Vägytan såg fortfarande bra ut. En del lokala sten- och materialsläpp förekom samt lokalt även långsgående sprickor. Ytan upplevdes som rå och "maläten".

Hösten 1994

Oförändrad.

Hösten 1995

En del, mestadels lokala stensläpp förekom. Tendenser till lokala deformationer observerades. Lokalt förekom långsgående sprickor.

Hösten 1996

Något mer stensläpp än tidigare observerades.

Hösten 1997

Antalet stensläpp hade ökat.

Åtgärder

Vägen ytbehandlades (Y1) 1998 pga sprickor och stenlossning.

E-209, NORRKÖPING–ARKÖSUND (JONSBERG)

Kontrollsträckan är belägen på väg E209, vid Jonsberg ca 6 km väster om Arkösund. Sträckan är 400 m lång. Beläggningen, slitlager av återvinningsmassor, utfördes i augusti 1994.

Fakta om objektet:

Utförande:	1994
ÅDT _{total} :	1500
Saltning:	ja
Vägbredd:	6 m
Metod:	kall återvinning i verk
Typ av lager:	slitlager
Bindemedel:	BE 60M/2 000
Granulat:	ABT16 och ytbehandling från E4
Stenmaterialinblandning:	nej

Borrkärnor

Borrprov har tidigare vid tre tillfällen, 1994, 1995 och 1997 tagits på kontrollsträckan. Resultaten från analyserna redovisas i tabell 6.

Tabell 6 Borrkärnor från väg E209, Arkösund.

Prov-punkt nr	År	Läge	Hårums - halt 1) vol-%	Pressdrag-hållfasthet kPa	Vidhäftn.-tal %
1	1994	Hjulspår	16,3	230	83
		M. hj.	18,8	175	-
2		Hjulspår	17,2	220	-
		M. hj.	21,7	165	-
1	1995	Hjulspår	7,0	663	81
		M. hj.	15,7	462	-
2		Hjulspår	9,4	488	-
		M. hj.	10,4	551	-
1	1997	Hjulspår	3,2	470	70
		M. hj.	8,8	380	-
2		Hjulspår	4,4	467	-
		M. hj.	11,8	379	-

1) Skrymdensitet bestämd enligt FAS metod 448

En förnyad provtagning utfördes i oktober 2002. I varje sektion togs sex prov, fyra i hjulspår och två mellan hjulspår (samma som tidigare). Resultaten redovisas i tabell 7.

Tabell 7 Borrprov från väg E209, Arkösund.

Prov-sektion	År	Läge	Hårums - halt 1) vol-%	Hårums - halt 2) vol-%	Pressdrag- hållfasthet kPa	Vidhäftn.- tal %
1	2002	Hjulspår	4,8	2,1	695	66
		M. hj.	11,1	7,4	656	-
2		Hjulspår	4,4	1,9	744	69
		M. hj.	11,9	7,7	725	-

1) Skrymdensitet bestämd enligt FAS metod 448

2) Skrymdensitet bestämd enligt FAS metod 427

Okulär besiktning

Hösten 1994

Beläggningen såg 1994 förhållandevis homogen och bra ut men ytan var något ojämn. Inga deformationer eller blödningar hade uppkommit efter den varma eftersommaren.

Hösten 1995

Beläggningen såg tät och homogen ut, nästan bättre än året innan. Lokala stensläpp liksom svarta, mindre fläckar (typiskt för återvinningsmassor) förekom. En del spårbildning (efterpackning) och ojämnheter förekom också, t ex mindre plastiska deformationer (inga markanta valkar eller spår).

Hösten 1996

Beläggningen var i stort sett oförändrad. Några mekaniska skador förekom samt något stensläpp.

Höstarna 1997-98

Beläggningen var i stort sett oförändrad. Lokala ytor hade förseglats.

Våren 1999

Beläggningen såg något sämre ut än tidigare. På skuggiga partier förekom en del stensläpp medan öppna partier såg bättre ut. Några ytor hade ytterligare förseglats. På övriga objektet förekom en del stenlossning på den del av objektet som låg i riktningen mot Norrköping. På den etappen var massan mer svårlagd och svårpackad (massan var trög).

Hösten 2002

En fortsatt åldring av ytan hade skett och antalet sprickor och ytor med stensläpp hade ökat.

Åtgärder

Vissa mindre ytor förseglades redan de första åren. Vid besiktningen 2002 hade antalet förseglingar ökat. Enligt uppgifter från Vägverket Region Sydöst skall beläggningen läggas över med ytbehandling 2003.

D-976, STRÄNGNÄS

Kontrollsträckorna (2 st) som utfördes i juli 1996 är belägna på väg D-976 nära Strängnäs (tätorten) och har relativt hög trafikvolym. Sträckorna bestod av:

- Referenssträcka: ABT16/B180 (400 m)

- Återvinningsbeläggning: BE 60M/2 000 (600 m)
- Återvinningsbeläggning: BE 60M/10 000 (200 m)

Fakta om objektet:

Utförande:	1996
ÅDT _{total} :	2500
Saltning:	ja
Vägbredd:	7-8,5 m
Metod:	kall återvinning i verk
Typ av lager:	slitlager
Bindemedel:	BE 60M/2 000 och BE 60M/10 000
Granulat:	ABT16 och AG från E20
Stenmaterialinblandning:	ja

Borrkärnor

En provtagning av borrkärnor utfördes hösten 1997. Resultaten framgår av tabell 8.

Tabell 8 Borrkärnor från väg D-976, Strängnäs.

Sträcka/ provpunkt nr	Läge	Hårums - halt vol-%	Pressdrag- hållfasthet kPa	Vidhäftn.- tal %
<i>BE 60 M/2 000</i>				
1	Hjulspår	12,1	557	28
	M. hj.	Trasig	Trasig	-
2	Hjulspår	10,8	763	-
	M. hj.	Trasig	Trasig	-
<i>BE 60 M/10 000</i>				
1	Hjulspår	10,7	615	34
	M. hj.	Trasig	Trasig	-
2	Hjulspår	12,5	633	-
	M. hj.	Trasig	Trasig	-

Beläggningen erhöll dålig beständighet pga att återvinningsmassorna blev alltför torra. På detta och nästa objekt inblandades 2,7 % emulsion i jämförelse med 3,0-4,0 % på övriga kontrollobjekt.

Okulär besiktning

Hösten 1997

En del stensläpp observerades på kontrollsträckorna samt lokalt mekaniska skador (vridspår). Lokalt förekom även slaghål och vissa mindre ytor hade förseglats. Ytan såg något torr ut och skilde sig markant från referensen.

Hösten 1998

De båda återvinningssträckorna uppvisade en hel del sten- och brukssläpp. Vägytan var ojämn med en del lagningar. Ytorna i spåren verkade ha slitits hårt av dubbtrafiken och var öppna och råa.

Hösten 1999

Återvinningssträckorna var oförändrade med en del stensläpp och en relativt öppen och råyta. Inga sprickor förekom dock. På sträckan med BE 60M/10 000 förekom mer omfattande sten- och brukssläpp. Referensen uppvisade inga skador.

Åtgärder

Vägen lades över med ytbehandling 2000 beroende på dålig beständighet (stensläpp).

D-957, VANSÖ

Kontrollsträckan är belägen på väg D-957 strax väster om Strängnäs. Beläggningen lades i juni 1996.

Fakta om objektet:

Utförande:	1996
ÅDT _{total} :	ca 850
Saltning:	ja
Vägbredd:	6 m
Metod:	kall återvinning i verk
Typ av lager:	slitlager
Bindemedel:	BE 60M/2 000
Granulat:	ABT16 och AG från E20
Stenmaterialinblandning:	ja

Massorna tillverkades i samma verk som vid Strängnäs och av samma typ av granulat. Receptet låg på 2,7 % emulsion.

Borrkärnor

Under hösten 1997 togs ett antal borrhov från kontrollsträckan, vilka redovisas i tabell 9.

Tabell 9 Borrkärnor från väg D-957, Vansö.

Prov-punkt nr	År	Läge	Hårums-halt vol-%	Pressdrag-hållfasthet kPa	Vidhäftn. tal %
1	1997	Hjulspår	9,0	623	42
		M. hj.	10,3	596	-
2		Hjulspår	6,3	717	-
		M. hj.	12,2	542	-

Okulär besiktning

Den nylagda beläggningen såg bra ut men var känslig för mekaniska påkänningar.

Hösten 1997

Lokala stensläpp och bärighetssprickor observerades på kontrollsträckan som i övrigt var oförändrad jämfört med året innan. Ytan såg något torr ut.

Hösten 1998

En del sten- och brukssläpp hade förekommit och ytan såg rå ut. Lokala förseglingar förekom. Ytan var något flammig på grund av mindre bindemedelsbollar i beläggningen. Lokala sprickor förekom.

Hösten 1999

Kontrollsträckan uppvisade mer med sten- och brukssläpp och var något ojämn. En del förseglingar förekom. Ingen mer sprickbildning iaktogs. En del dubbslitage förekom.

Åtgärder

Vägen lades över med ytbehandling 2000 beroende på dålig beständighet (stensläpp).

D-501, ÅLBERGA

Kontrollsträckan (400 m) är belägen på väg D-501 strax söder om Ålberga i sydligaste Södermanland. Beläggningen lades sommaren 1996. Kallblandnings-verket och entreprenören var inte desamma som vid Strängnäs och Vansö.

Fakta om objektet:

Utförande:	1996
ÅDT _{total} :	ca 600
Saltning:	nej
Vägbredd:	5 m
Metod:	kall återvinning i verk
Typ av lager:	slitlager
Bindemedel:	BE 60 M/5 000
Granulat:	-
Stenmaterialinblandning:	ja

Okulär besiktning

Hösten 1997

Beläggningen såg mycket bra ut. Ytan var tät och homogen. Ingen stenlossning förekom.

Hösten 1998

Fortfarande såg sträckan mycket bra ut. Inga stensläpp förekom.

Hösten 1999

I stort sett oförändrad sedan 1998. Endast lokala stensläpp och sprickor förekom.

Hösten 2002

Ingen större förändring sedan 1999 men ytan hade blivit mer åldrad (öppen och torr). Detta objekt tillsammans med väg 63 (sträcka 2) och N714 hade klarat sig bäst av samtliga. Det kan nämnas att IRI-värdet (medelvärdet) låg på 1,7 mm/m på denna väg (relativt smal väg med låg trafik), vilket tillhör de bättre värdena (bäst var 1,5 mm/m) i den inventering som VTI utförde i slutet av 1990-talet.

Väg	Läge	Sektion	Provnr	Torrsvikt	Vikt i H ₂ O	Yttorr	Vattendens.	FAS 427			FAS 448	
								Skrymdensitet	Kompens	Härums (%)	Skrymdensitet	Härums (%)
E209	Hjulspår	A	1	701	398,7	701,8	0,99882	2,310	2,367	2,4	2,264	4,4
E209		A	2	696,6	397,6	696,8	0,99882	2,325	2,367	1,8	2,268	4,2
E209		A	3	688,3	392,8	689,6	0,99882	2,316	2,367	2,2	2,238	5,5
E209		A	4	694,8	397	695,6	0,99882	2,324	2,367	1,8	2,254	4,8
E209		A	5	704	401,8	704,7	0,99882	2,321	2,367	1,9	2,259	4,6
E209		A	6	688,3	391,6	689,3	0,99882	2,309	2,367	2,4	2,244	5,2
E209	M hjulsp.	A	7	633,9	345,1	637,5	0,99882	2,165	2,367	8,5	2,072	12,5
E209		A	8	659	367,1	664	0,99882	2,217	2,367	6,3	2,140	9,6
E209	Hjulspår	B	9	718	412,1	718,6	0,99882	2,340	2,384	1,9	2,284	4,2
E209		B	10	714,6	409,5	715,1	0,99882	2,336	2,384	2,0	2,269	4,8
E209		B	11	716,4	410,2	716,8	0,99882	2,334	2,384	2,1	2,272	4,7
E209		B	12	718,5	412	719	0,99882	2,338	2,384	1,9	2,283	4,2
E209		B	13	705,5	404,2	706	0,99882	2,335	2,384	2,1	2,270	4,8
E209		B	14	708,6	407,2	708,7	0,99882	2,347	2,384	1,5	2,290	3,9
E209	M hjulsp.	B	15	657	367,2	661	0,99882	2,234	2,384	6,3	2,183	8,4
E209		B	16	615,4	335,3	619,1	0,99882	2,166	2,384	9,1	2,016	15,4
N714	Hjulspår	A	17	638	372,7	639,2	0,99864	2,391	2,500	4,4	2,314	7,4
N714		A	18	638,2	374,9	638,8	0,99864	2,415	2,500	3,4	2,365	5,4
N714		A	19	632,6	368,2	633,5	0,99864	2,381	2,500	4,7	2,345	6,2
N714		A	20	633,2	371,1	633,8	0,99864	2,407	2,500	3,7	2,351	5,9
N714	M hjulsp.	A	21	723,9	420,2	724,2	0,99864	2,378	2,500	4,9	2,340	6,4
N714		A	22	732,2	426,2	732,7	0,99864	2,386	2,500	4,6	2,339	6,4
N714	Hjulspår	B	23	736,8	431,6	737,3	0,99864	2,407	2,450	1,7	2,370	3,3
N714		B	24	733,2	427,9	733,8	0,99864	2,394	2,450	2,3	2,347	4,2
N714		B	25	719	418,3	719,4	0,99864	2,385	2,450	2,6	2,356	3,8
N714		B	26	711,1	411,2	711,7	0,99864	2,363	2,450	3,5	2,317	5,4
N714	M hjulsp.	B	27	564,3	326	565,4	0,99864	2,354	2,450	3,9	2,284	6,8
N714		B	28	567,5	328	569	0,99864	2,352	2,450	4,0	2,279	7,0
N530	Hjulspår	A	29	756,3	444,1	756,5	0,99844	2,417	2,478	2,5	2,386	3,7
N530		A	30	605	355,2	605,3	0,99844	2,415	2,478	2,5	2,381	3,9
N530		A	31	650,6	384,9	650,9	0,99844	2,442	2,478	1,5	2,405	2,9
N530		A	32	751,2	443,3	751,5	0,99844	2,434	2,478	1,8	2,402	3,1

N530	M hjulsp.	A	33	696,1	398,1	697,4	0,99844	2,322	2,478	6,3	2,259	8,9
N530		A	34	710,7	406,1	711,7	0,99844	2,322	2,478	6,3	2,256	9,0
N530	Hjulspår	B	35	698,3	400,6	700,5	0,99844	2,325	2,478	6,2	2,247	9,3
N530		B	36	695,6	399,3	697,2	0,99844	2,331	2,478	5,9	2,267	8,5
N530		B	37	699,7	400,9	701,1	0,99844	2,327	2,478	6,1	2,282	7,9
N530		B	38	692,5	396,6	693,8	0,99844	2,326	2,478	6,1	2,265	8,6
N530	M hjulsp.	B	39	649,1	367,1	650,7	0,99844	2,285	2,478	7,8	2,203	11,1
N530		B	40	679,1	384,1	680,5	0,99844	2,288	2,478	7,7	2,219	10,4

Bilaga 2 Pressdragprovning av vattenkänslighet på bor rkärnor

Torra							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
17	107	0,5	48	35,4	99,6	5136	928
18	92,5	0,5	48	34,6	99,7	4440	820
						Medel	874
Våta							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
19	75	0,5	48	34,6	99,6	3600	665
20	66	0,5	48	34,6	99,5	3168	585
						Medel	625
Vattenabsorption							
Provnr.	Vikt (yttorr)	Vikt (Torr)	Viktökning				
19	643,7	632,6	1,7%				
20	640	633,2	1,1%				
						Vidhäftningstal: Q =	72%

Mellan hjulspår							
Torra							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
21	103,5	0,5	48	40,0	99,3	4968	797
22	102,5	0,5	48	40,4	99,4	4920	781
						Medel	789

Torra							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
23	99	0,5	48	40,0	99,5	4752	760
24	102	0,5	48	40,3	99,4	4896	779
						Medel	769
Våta							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
25	82	0,5	48	39,2	99,6	3936	642
26	79	0,5	48	39,4	99,5	3792	615
						Medel	629
Vattenabsorption							
Provnr.	Vikt (yttorr)	Vikt (Torr)	Viktökning				
25	728,2	719,0	1,3%				
26	722,8	711,1	1,6%				
						Vidhäftningstal: Q =	82%

Mellan hjulspår							
Torra							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
27	98,5	0,5	48	31,7	99,6	4728	953
28	114	0,5	48	32,0	99,5	5472	1093
						Medel	1023

Bilaga 3 Pressdragprovning av vattenkänslighet på borrkärnor

Väg 530, sektion A	Torra							
	Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
	29	137,5	0,5	48	40,7	99,6	6600	1037
	30	110	0,5	48	32,5	99,8	5280	1037
							Medel	1037
	Våta							
	Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
	31	108,5	0,5	48	34,8	99,5	5208	958
	32	134,5	0,5	48	40,3	99,4	6456	1026
							Medel	958
Vattenabsorption								
Provnr.	Vikt (yttorr)	Vikt (Torr)	Viktökning					
31	653,6	650,6	0,5%					
32	756,2	751,2	0,7%					
							Vidhäftningstal: Q =	92%

Mellan hjulspår							
Torra							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
33	149	0,5	48	39,7	99,4	7152	1154
34	134,5	0,5	48	40,4	99,7	6456	1022
						Medel	1088

Väg 530, sektion B	Torra							
	Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
	35	120	0,5	48	40,1	99,3	5760	920
	36	128	0,5	48	39,7	99,2	6144	993
							Medel	956
	Våta							
	Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
	37	70,5	0,5	48	39,4	99,5	3384	549
	38	64	0,5	48	39,9	98,8	3072	497
							Medel	549
Vattenabsorption								
Provnr.	Vikt (yttorr)	Vikt (Torr)	Viktökning					
37	718,5	699,7	2,6%					
38	708,1	692,5	2,2%					
							Vidhäftningstal: Q =	57%

Mellan hjulspår							
Torra							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
39	143,5	0,5	48	38,2	99,2	6888	1159
40	152,5	0,5	48	39,4	99,5	7320	1190
						Medel	1175

Bilaga 4 Pressdragprovning av vattenkänslighet på borrkärnor

Torra							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
1	87	0,5	48	40,3	98,9	4176	667
2	86	0,5	48	39,8	99,2	4128	666
3	97,5	0,5	48	40,0	98,9	4680	753
						Medel	695
Våta							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
4	57	0,5	48	40,1	98,9	2736	439
5	60	0,5	48	40,6	98,9	2880	457
6	61,5	0,5	48	39,9	98,9	2952	476
						Medel	457
Vattenabsorption							
Provnr.	Vikt (yttorr)	Vikt (Torr)	Viktökning				
4	704,5	694,8	1,4%				
5	711,4	704,0	1,0%				
6	697,6	688,3	1,3%				
						Vidhäftningstal: Q =	66%

Mellan hjulspår							
Torra							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
7	90	0,5	48	39,7	99,0	4320	699
8	79,5	0,5	48	40,0	99,1	3816	614
						Medel	656

Torra							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
9	102	0,5	48	40,8	99,0	4896	771
10	99	0,5	48	40,7	99,2	4752	749
11	94	0,5	48	40,6	99,5	4512	712
						Medel	744
Våta							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
12	63,5	0,5	48	40,7	99,3	3048	481
13	70	0,5	48	40,3	99,1	3360	536
14	68	0,5	48	40,1	99,1	3264	523
						Medel	513
Vattenabsorption							
Provnr.	Vikt (yttorr)	Vikt (Torr)	Viktökning				
12	724,5	718,5	0,8%				
13	711,5	705,5	0,8%				
14	714,2	708,6	0,8%				
						Vidhäftningstal: Q =	69%

Mellan hjulspår							
Torra							
Provnr	Utslag (mm)	Volt	N/mm	Tjocklek	Diameter	Pb (N)	s _d (kPa)
15	84,5	0,5	48	39,0	99,1	4056	668
16	100,5	0,5	48	39,6	99,0	4824	783
						Medel	725