

Kapitel 5

Material för asfaltåtervinning



Innehållsförteckning

5.1 ALLMÄNT	41
5.2 MATERIALKOMPONENTER I RETURASFALT	42
5.2.1 BITUMINÖSA BINDEMEDEL	42
5.2.2 STENMATERIAL	42
5.2.3 ÖVRIGT	43
5.3 TILLFÖRDA MATERIALKOMPONENTER.....	43
5.3.1 BITUMINÖSA BINDEMEDEL	43
5.3.2 HYDRAULISKA BINDEMEDEL	45
5.3.3 STENMATERIAL	45
5.3.4 ÖVRIGA TILLSATSER.....	45
5.4 RETURASFALTENS INVERKAN PÅ ÅTERVUNNEN BELÄGGNING	46
5.5 PROVTAGNING OCH KARAKTERISERING	47
5.5.1 VILKEN KARAKTERISTIK BEHÖVER VI?.....	47
5.5.2 KARAKTERISERING FÖR METODVAL	48
5.5.3 KARAKTERISERING FÖR PROPORTIONERING	49
LITTERATURFÖRTECKNING	49

5.1 Allmänt

Vid återvinning av asfalt arbetar man dels med returafalt (i varierande andelar) och dels med vad man brukar kalla jungfruliga material; d v s bitumen och stenmaterial. **För att kunna formulera en lämplig sammansättning av exempelvis en asfaltmassa innehållande returafalt, behöver man dels kännedom om returafalten och dess egenskaper, och dels om de jungfruliga materialen.** De jungfruliga materialens egenskaper styrs i regel av de specifikationer med tillhörande provningsmetoder som återfinns i exempelvis VÄG 94.



Bild 5-1 Uppgrävda asfaltmassor i mellanlager.

En relevant karakteristik av returafalten är också nödvändig för att man skall kunna välja rätt återvinningsmetod eller avgöra om återvinning överhuvudtaget är möjlig. I karakteristiken ingår sådana element som **sammansättning och egenskaper** liksom hur dessa varierar över objektet. Med egenskaper avses såväl ingående komponenters (bindemedel och sten) egenskaper som storleksfördelning och bindemedelsinnehåll.

Returasfalt kan bestå av uppgrävda massor från borttagning av delar av eller hela konstruktioner i samband med ledningsarbeten, om- och nybyggnader o d (bild 5-1). Den kan också bestå av massor från plan- eller lådfrensningar i samband med reparationer eller av asfaltgranulat åstadkommet genom krossning och sortering (bild 5-3).

En **metodbeskrivning** har upprättats för provtagning av returafalt: ”Provtagning av asfaltmaterial för återvinning.” VV Publikation Nr 1999:162 (VVMB 620). Den beskriver provtagning från befintlig väg eller från returafalt i upplag. I metoden anges också rekommenderade provningsfrekvenser.

5.2 Materialkomponenter i returafalt

Returasfalt består i huvudsak av bituminöst bindemedel och stenmaterial. Därtill kan det finnas tillsatser såsom fibrer, vidhäftningsmedel och däcksgummi. Returasfalt från specialbeläggningar kan innehålla tillsatser som är av okänd sammansättning.

5.2.1 Bituminösa bindemedel

De bindemedel som förekommer i returafalt är i regel bitumenbaserade. Till denna grupp räknas penetrationsbitumen, mjukbitumen, emulsioner och bitumenlösning. Vägolja, som är det mjukaste bituminösa bindemedlet som använts i modern tid, förekommer också. En annan typ av bituminöst bindemedel som användes fram till 1973 är stenkolstjära. Användningen upphörde genom en frivillig överenskommelse inom asfaltindustrin i Sverige. Stenkolstjäran användes ibland som självständigt bindemedel och ibland utblandad med bitumen.

De bituminösa bindemedel som återfinns i en returafalt har förändrats i förhållande till sina ursprungliga egenskaper. Processen vid framställning, t ex uppvärmning och blandning i ett asfaltverk, transport och utläggning, gör bindemedlet hårdare. Under den efterföljande brukstiden hårdnar bindemedlet ytterligare genom olika delprocesser som går under den gemensamma benämningen ”åldring”. Processerna är:

- oxidation genom inverkan av syret i atmosfären
- avdunstning av lättare beståndsdelar
- fysikalisk hårdnande
- hårdnande genom utsöndring.

Det är inte fel att påstå att varje beläggningsslager utfört vid en viss tidpunkt har unika bindemedelsegenskaper. Det beror på att olika bindemedel har använts vid framställningen och att åldringsprocessen därefter varit olika. Vid upptagning genom rivning eller fräsning blandas dessutom i regel lager av olika ursprung och sammansättning i den borttagna returafalten.

5.2.2 Stenmaterial

Om det bituminösa bindemedlet kan sägas vara unikt för varje objekt är stenmaterialet det likaså. Generellt gäller dock att stenmaterial till slitlager har haft större krav på sig i alla avseenden än stenmaterial till bindlager och i synnerhet till bärlager. Sedan en väg byggs

underhålls den och på ett gammalt slitlager kan det komma att läggas justeringslager, eventuell påbyggnad i förstärkningssyfte samt nya slitlager. Vid upptagning genom rivning eller fräsning blandas i regel stenmaterialkvaliteter från olika lager i returafalten. Dock kan det vid lagervis fräsning finnas goda möjligheter att särskilja och ta till vara ett granulat innehållande högkvalitativt stenmaterial för återvinning till nytt slitlager av hög kvalitet.

5.2.3 Övrigt

I returafalt kan det finnas tillsatser såsom fibrer, vidhäftningsmedel och däcksgummi. Returafalt från specialbeläggningar kan även innehålla tillsatser som är av okänd sammansättning, t ex speciella polymermodifierade bindemedel.

Under servicetiden kan en asfaltbeläggning förorenas med ämnen alltifrån åkerjord och djurspillning till oljor, avsningsmedel och däckrester.

5.3 Tillförda materialkomponenter

5.3.1 Bituminösa bindemedel

Allmänt

Vid de flesta former av asfaltåtervinning tillsätts ett bindemedel i ren form eller ingående i en asfaltmassa (repaving, remixing). Bindemedlet kan antingen vara bituminöst (vanligen bitumen, mjukbitumen eller bitumenemulsion) eller hydrauliskt (cement, flygaska m m). Ibland, som vid stabilisering på plats, kan en kombination av bituminöst bindemedel och hydrauliskt bindemedel förekomma. Val av bindemedel styrs av den process som används och den återvinningsform som väljs. I kalla processer används i regel bitumenemulsion, vid halvvarma mjukbitumen och vid varma penetrationsbitumen. Det förekommer i vissa fall att man tillsätter s k föryngringsmedel (eng ”rejuvenators”). Dessa är i regel s k oljedestillat av mineraliskt ursprung.

Basen för de bituminösa bindemedlen är bitumen som vanligtvis framställs genom (vakuum) destillation av råolja. Av bitumen kan framställas bl a polymermodifierat bitumen, bitumenlösning samt bitumenemulsion. I det följande ges en kort beskrivning av de olika bindemedelstyperna. De som önskar en mer ingående beskrivning hänvisas till bindemedelslitteraturen. FAS Asfaltbok (1) liksom Shell Bitumen Handbook (2) och VTI-Notat 74-1999 (3) innehåller avsnitt om bituminösa bindemedel.

Bitumen och mjukbitumen

Bitumen framställs i ett antal hårdhetssorter som antingen beskrivs med hjälp av penetration eller viskositet. Penetrationsbestämningen används för de hårdare sorterna (bitumen) medan viskositetsbestämningen används för de mjukare (mjukbitumen). Bild 5-2 beskriver de båda hårdhetsskalorna och relationen mellan dem. De olika bitumen- och mjukbitumensorterna specificeras m a p sina egenskaper, oftast i termer av konsistensmått vid olika temperaturer (viskositet, penetration, mjukpunkt osv). Konsistensmåttan har valts med hänsyn till egenskaper vid såväl produktion av beläggning (blandning, spridning, bearbetning m m) som vid beläggningens långtidstjänst i en belagd yta. Flampunkten är relaterad till säkerhetsmässiga aspekter vid användning t ex hantering och uppvärmning. Slutligen är det av intresse att ha kännedom om den härdning som inträffar vid asfaltmassans framställningsprocess liksom den tidsmässigt kopplade långtida härdningen på vägen, den s k åldringen.

Den i Sverige allmänt använda specifikationen återfinns man i VÄG 94 kapitel 6. Den senaste infördes i regelverket den 1 juni 2000 och är den gemensamma som tagits fram som europastandard (se Appendix 2).

Penetration vs viskositet

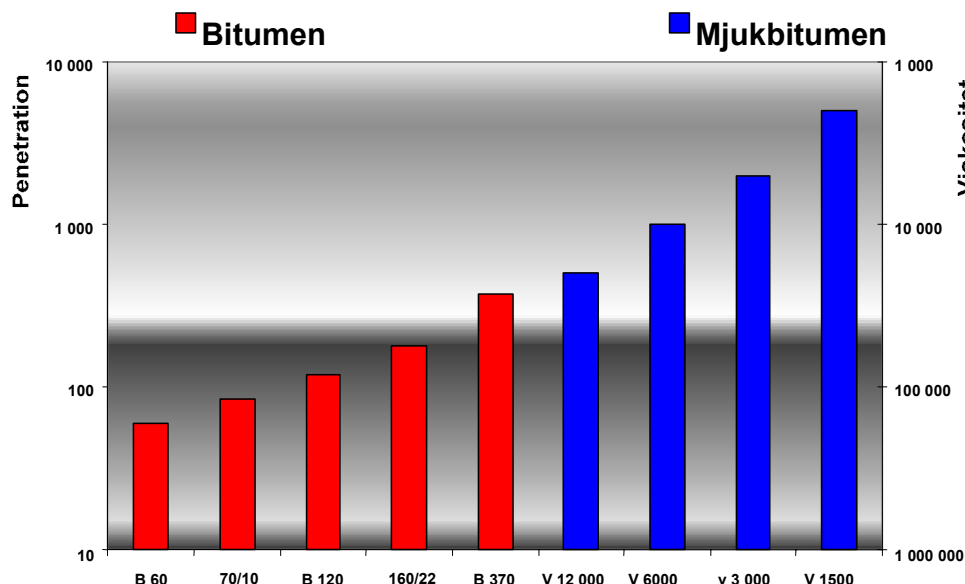


Bild 5-2 Illustration av olika bindemedels hårdhet

Bitumen och mjukbitumen kan i uppvärmt tillstånd blandas med returafalt och stenmaterial. Bitumen kan även bringas att skumma genom att vatten tillförs. Skumningen innebär att man får en bättre fördelning av bindemedlet vid kalla blandningsprocesser.

Polymermodifierat bitumen

Polymerer omfattar två grupper av ämnen: elastomerer och plastomerer. Avsikten med polymermodifiering av bitumen är framförallt att göra det styvare så att en asfaltbeläggning gjord på asfaltmassa klarar högre laster vid höga temperaturer utan att spårbildning inträffar, eller att göra den mer flexibel bl a vid låga temperaturer. Polymermodifiering används också för att göra en beläggning mer resistent mot exempelvis bränslespill.

Vägolja

Vägolja är ett mycket mjukt bindemedel som ursprungligen togs fram för framställning av oljegrus. Det är en produkt som även har använts till kall återvinning av oljegrus. Dess användning är idag obetydlig och omfattar i stort sett endast som bindemedel i lagringsbara lagningsmassor och i viss mån till ytbehandling på grus typ Y1G.

Bitumenlösning

Bitumenlösning framställs i regel genom upplösning av bitumen i ett oljedestillat, t ex nafta. Därigenom får bindemedlet en lägre viskositet och förbättrad vätningsförmåga, vilket innebär att det kan hanteras vid lägre temperaturer än det rena bitumenet. Bitumenlösning används idag inte vid återvinning av asfalt i Sverige.

Bitumenemulsion

Bitumenemulsion är en finfördelning av bitumen i vatten. Finfördelningen åstadkoms genom att uppvärmd bitumen och vatten innehållande kemikalier av ytaktiv typ (i regel katjoniska

aminer) blandas i en kolloidkvarn. Bitumenet bildar den skinnre fasen i emulsionen i form av små kulor (ca 1–10 µm). Vattnet utgör den yttre fasen. Bitumeninnehållet varierar mellan de olika sorterna som tillverkas och ligger vanligen i intervallet 50–70 %. Genom emulgeringen blir bindemedlet hanterbart även vid förhållandevis låga temperaturer. Bitumenemulsioner karakteriseras i regel genom jonaktivitet (katjon-anjon, nonjon), brytnings snabbhet, pseudo-viskositet och innehåll av bitumen. Vid kontakt med stenmaterial och genom torkning bryter emulsionen och bitumenets duktila egenskaper återskapas därmed.

Den i Sverige allmänt använda specifikationen återfinns man i VÄG 94 kapitel 6. En europeisk standard remissbehandlas för närvarande men beräknas inte vara införd i Sverige förrän 2003.

5.3.2 Hydrauliska bindemedel

Ett *hydrauliskt bindemedel* reagerar med fuktighet (hydratation av främst kalciumsilikater) och Portlandcement utgör det klassiska exemplet. Utomlands är det vanligt att man blandar in (ca 30 vikt-%) flygaska eller malen hyttsand i cementet. Dessutom förekommer det andra typer av mindre vanliga specialcement.

Inom europastandardiseringen (CEN TC 227 Vägmaterial) betecknar man även olika materialkombinationer (inte alltid innehållande ett bindemedel) med självbindande förmåga som *hydrauliskt bundna material*, även när bindningen är av annan natur, till exempel att en puzzolan- eller karbonatiseringsreaktion sker. Kalkbundet material räknas således hit.

Även om ren kalk (vanligen i släckt form) inte är ett hydrauliskt bindemedel används den på samma sätt som Portlandcement i asfaltmassa för *vidhäftningsförbättring*. Även malen hyttsand kommer till användning. I sådana fall är halten ganska låg, typiskt 1-2 vikt-% av stenmaterialets vikt. Sådana aktiva fyller tillsätts främst i varmblandad asfaltmassa, men bör göra god nytta även vid kallblandad massa, eventuellt i något högre halt.

Portlandcement används dessutom i högre halt som *bindemedelskomponent*, dels för att göra en kallblandad massa mindre vattenkänslig vid utläggning (cementkornen binder fukt), dels för att få ett styvare, bärigare lager både på kort och lång sikt. Man kan påverka egenskaperna hos lagret genom att variera cementhalten. Alltför styvt material bör dock inte användas på dåligt underlag. Utomlands förekommer blandningar till exempel som består av 50 vikt-% bitumen och 50 vikt-% cement. Stabiliseringsmaskiner, som hanterar båda bindemedlen, finns utvecklade.

5.3.3 Stenmaterial

Stenmaterialet som tillsätts asfaltgranulatet måste vara tillräckligt resistent mot dubbelslitage vid användning i slitlager och uppfylla kraven i VÄG 94. Typiska svenska stenmaterial är hydrofila (dvs häftar dåligt till bitumen vid närvaro av fuktighet), men det är en fördel om stenmaterialet har en god vidhäftning (provning till exempel genom rullflaskmetoden). Tillsats av ett aktivt fyller ger en mycket god effekt enligt erfarenheter från varmblandad massa.

Krossad betong kan nyttjas som stenmaterial men är porös och bitumenhalten kan behöva ökas. Kvaliteten och beständigheten hos krossad betong kan variera stort, något som måste beaktas särskilt vid användning i slitlager. Restprodukter som metallurgiska slaggar kan användas efter specialutredning.

5.3.4 Övriga tillsatser

Liksom vid tillverkning av beläggning med jungfruliga material förekommer att man tillsätter ämnen i syfte att åstadkomma förbättrade egenskaper. Hit räknas vidhäftningsmedel, fibrer,

polymera material m m. En speciell grupp utgörs av föryngringsmedel vars syfte är att fungera som mjukgörare av härdat eller åldrat bindemedel i returafalten. Föryngringsmedlen (eng rejuvenators) är i regel oljedestillat. Deras effekt på bindemedelsegenskaperna är inte till fullo klarlagda. Dock pågår ett forskningsprojekt på KTH där bl a effekterna av tillsatta bindemedel och föryngringsmedel i returafalt undersöks (4).

5.4 Returasfaltens inverkan på återvunnen beläggning

Av en beläggning, oavsett om den är ny och producerad av helt nya material, om returafalt ingår i den eller om den använts ett antal år, förväntar vi oss att den skall ha vissa egenskaper. Dessa egenskaper kan uttryckas i termer som:

- nötningsresistens (slitlager)
- lastfördelande förmåga (bind- och bärlager)
- deformationsresistens
- lågtemperaturegenskaper
- flexibilitet och självläkande förmåga
- utmattningstålighet
- jämnhet
- friktion/textur.

Därutöver får egenskaperna inte förändras nämnvärt över tiden under inverkan av trafik och omgivning (vatten och temperatur). Denna egenskap brukar sammanfattas under benämningen beständighet. Egenskaperna hos beläggningsmaterial påverkas av egenskaperna hos ingående material, d v s i huvudsak tillsatt asfaltgranulat, stenmaterial och bitumen, och i hur stora andelar dessa ingår.

Ovannämnda egenskaper kan bestämmas i laboratoriet och i vissa fall finns krav uppställda i gällande anvisningar såsom VÄG 94. Oftast uttrycks dock kraven indirekt med vad vi kallar ”vikarierande egenskaper”, såsom kornstorleksfördelning, bindemedelshalt, hålrumshalt, bitumenfyllt hålrum, packningsgrad, o s v.

För de ingående materialen, i de fall de är jungfruliga, finns det specifikationer i gällande anvisningar. Returasfalt ”är som den är” och det gäller att få fram en karakteristik som är av tillräcklig kvalitet. Returasfalt innehåller i huvudsak bindemedel och stenmaterial samt eventuella tillsatser. Den har som regel legat under trafik och påverkats av omgivande miljö. Vid processen som kan föregå återvinning, t ex upptagning (eventuellt med värming), krossning och sortering, liksom under själva tillverkningsprocessen, kan returafaltens egenskaper påverkas. Stenmaterialet kan krossas ned och bindemedlet hårdnar för att nämna något om denna inverkan.

Den inverkan returafalten får på den återvunna beläggningsmaterialen beror egentligen på tre faktorer:

- **använd återvinningsmetod och process**
- **mängd som inblandas (andel returafalt) och**
- **egenskaperna hos returafalten.**



Bild 5-3 Asfaltgranulat i mellanlager.

I idealfallet får vi ett fullständigt samgående mellan nya material och inblandad returafalt. Förutsättningarna för att detta skall inträffa är störst vid varm återvinning. Vid kall återvinning är i normalfallet förutsättningarna för samgående sämst. Se vidare kapitel 7-11.

5.5 Provtagning och karakterisering

5.5.1 Vilken karakteristik behöver vi?

Den karakteristik som kan vara lämplig bestäms av vad den skall användas till:

- **förundersökning** - *kan en beläggning eller ett mellanupplag användas för återvinning* och i så fall *med vilken eller vilka metoder?*
- **arbetsrecept** - karakteristiken behövs för *proportioneringen*.

I det förstnämnda fallet kan karakteristiken vara mer översiktlig och i det andra fallet mer detaljerad. I karakteristiken kan lämpligen ingå:

- **kornstorleksfördelning**
- **bindemedelshalt**
- **stenmaterialegenskaper och**
- **bindemedelsegenskaper.**

För att kunna styra tillverkningsprocessen kan man dessutom behöva veta vattenhalten i materialet. Karakteristiken kan avse material som inte processats, t ex befintlig beläggning i hårdgjord yta, material som delvis processats (uppbruten eller fräst asfalt) och sådant som processats till asfaltgranulat (krossat och sorterat). I processat material kan det ha visst intresse att analysera det sammansatta materialets ”kornstorleksfördelning”. Den tas fram genom tvättsiktning. I det följande beskrivs tillvägagångssättet för de fall som visas i bild 5-4.

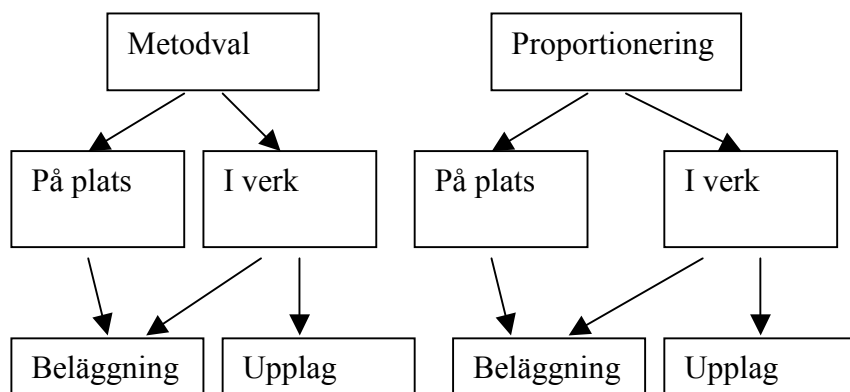


Bild 5-4 Principskiss för olika fall av karakterisering.

5.5.2 Karakterisering för metodval

Vi kan urskilja två fall: återvinning på plats och återvinning i verk. Behovet av karakteristik i de två fallen är i vissa avseenden lika, i vissa olika.

Återvinning på plats

Vid återvinning på plats är det viktigt att man får en uppfattning om beläggningens egenskaper, dels ned till det djup som återvinningen avser, och dels om egenskaperna varierar över objektet. Det är ju inte ovanligt att lokala reparationer eller fläckvisa justeringar gjorts någon gång i de övre lagren. Även ytegenskaperna kan vara av intresse. Ett slitlager med låg friktion på grund av polering, kan t ex vara olämpligt att återvinna till nytt slitlager på grund av risken för halka, om inte en stor andel nytt poleringsresistent stenmaterial tillsätts. Återvinningsdjupet ligger oftast på 25–40 mm och berör därför ett eller flera befintliga beläggningsslag. Det första som bör undersökas är om det finns dokumenterade uppgifter i t ex en väg-, gatu- eller flygfältsdatabank. Fakta behövs om vad de olika lagren består av, vilken tjocklek de har och tidpunkten när de är utförda. Det är dock inte alltid säkert att uppgifterna i databankerna är riktiga. Uppgifter kan vara fel införda och åtgärder som utförts kan ha blivit ofullständigt dokumenterade.

Nästa steg är att utifrån kända data utföra relevanta provtagningar. Dessa behöver vid bestämmande av återvinningsmetod inte vara så omfattande. Ett antal borrprover tas ut för undersökning av i första hand bindemedelsegenskaper och sammansättning. På borrproven kan också tjockleken bestämmas hos de olika lagren. Är det från början inte klart vilken metod som skall användas för återvinningen, och därmed t ex vilket djup provtagningen bör avse, måste provkropparna delas inför komponentanalysen.

Analysresultaten från borrproven ger vanligen inte en helt rättvisande bild eftersom materialen kan påverkas av återvinningsprocessen. Vid provtagningen kan ett slumpmässigt förfarande användas för bestämning av plats för provtagningen. Förfarandet finns beskrivet i metodbeskrivningen VVMB 620 som nämnts ovan. Styrd provtagning kan användas som komplement för att lokalisera avvikande partier.

Återvinning i verk

Vid återvinning i verk kan två fall förekomma:

- asfaltlager i befintlig konstruktion avses användas
- returafalt finns (mer eller mindre processad) i upplag.

I det första fallet handlar det om att avgöra egenskaperna ned till ett begränsat djup eller fullt djup. Om det på förhand bestämts att endast planfräsning skall utföras, dvs att avlägsna mer ytliga skikt, att fräsa låda eller att helt avlägsna den befintliga konstruktionen underlättas valet av sätt för att karakterisera returafalten.

Det första som bör undersökas även i detta fall är om det finns dokumenterade uppgifter i t ex en väg-, gatu- eller flygfältsdatabank. Fakta behövs om vad de olika lagren består av, vilken tjocklek de har och tidpunkten när de är utförda.

Nästa steg är att utifrån kända data göra en provtagning. Vid metodval blir förfarandet detsamma som vid återvinning på plats. Ett antal borrhövar tas ut för undersökning av i första hand bindemedelsegenskaper och sammansättning. Genom borrhöven kan lagertjocklekar bestämmas och avstämning kan ske mot eventuella dokumenterade uppgifter. Det kan bli nödvändigt att undersöka materialegenskaperna lager- eller skiktvis beroende på metodvalet.

5.5.3 Karakterisering för proportionering

Två fall kan urskiljas nämligen *återvinning på plats* och *återvinning i verk*.

Återvinning på plats

Vi utgår från att det fastställts till vilket djup återvinningen skall utföras. Det handlar då om att genom provtagning (borrning) få ett tillräckligt säkert underlag för att göra ett arbetsrecept. Ett så stort antal provkroppar måste tas ut så att det skall gå att statistiskt säkerställa sammansättning, egenskaper och deras variationer. (Se vidare metodbeskrivning för provtagning, VVMB 620). På provkropparna bestäms:

- **kornstorleksfördelning**
- **bindemedelshalt**
- **stenmaterialegenskaper (andel okrossat, flisighet, hårdhet och nötningsresistens)**
- **bindemedelsegenskaper (penetration, mjukpunkt, ev viskositet).**

Återvinning i verk

Vid återvinning i verk önskar vi ta fram en karakteristik på processat material dvs granulerad returafalt. Prov på returafalt måste tas på ett sådant sätt att de representerar upplagshögarna. (Se vidare metodbeskrivning för provtagning, VVMB 620). På prover tagna ur upplag bestäms:

- **kornstorleksfördelning**
- **bindemedelshalt**
- **stenmaterialegenskaper (andel okrossat, flisighet, hårdhet och nötningsresistens)**
- **bindemedelsegenskaper (penetration, mjukpunkt, ev viskositet).**

Litteraturförteckning

1. *Shell Bitumen*: "Shell Bitumen Handbook" Shell Bitumen UK, 1990
2. *FAS*: "FAS Asfaltbok", Föreningen för asfaltbeläggningar i Sverige 1995
3. *Edwards, Ylva*: "Bituminösa bindemedel, Forsknings- och utvecklingsarbete", VTI notat 74-1999
4. *Karlsson, Robert*: "Laboratory studies of bitumen rejuvenator diffusion using FTIR-ATR", KTH, 2000.