

Kapitel 8

HALVVARM ÅTERVINNING I VERK



Innehållsförteckning

8.1	ALLMÄNT	107
8.2	OLIKA TYPER AV TILLVERKNINGSPROCESSER	107
8.3	ASFALTGRANULAT	108
8.4	INBLANDNING AV STENMATERIAL SAMT VATTENINNEHÅLL	109
8.5	INBLANDNING AV NYTT BINDEMEDEL.....	110
8.5.1	BINDEMEDELSTYPER.....	110
8.5.2	BINDEMEDELSHALTER	110
8.5.3	TILLSATSMEDEL.....	110
8.6	TRANSPORT, UTLÄGGNING OCH PACKNING AV MASSA.....	111
8.7	EGENSKAPER HOS NYLAGD BELÄGGNING	112
8.8	MATERIALPROVNING OCH KRAV PÅ GRANULAT, MASSA OCH BELÄGGNING	113
8.8.1	ALLMÄNT.....	113
8.8.2	PROPORTIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	113
8.8.3	FÖRUNDESRÖKNING AV ASFALTGRANULAT ELLER GAMMAL ASFALTBELÄGGNING....	114
8.8.4	PROPORTIONERING INRIKTAD MOT FUNKTIONELLA EGENSKAPER	114
8.8.5	PROVPREPARERING	115
8.8.6	PROVNINGSMETODER.....	115
8.8.7	REKOMMENDERADE BINDEMEDELSHALTER OCH FUKTINNEHÅLL.....	117
8.8.8	REKOMMENDERADE KRAV PÅ INGÅENDE MATERIAL.....	118
8.8.9	REKOMMENDERADE KRAV PÅ ÅTERVINNINGSMASSA.....	119
8.8.10	REKOMMENDERADE KRAV PÅ BITUMENBUNDNA LAGERS YTOR	119
8.9	ERFARENHETER FRÅN UPPFÖLJNINGAR I FÄLT SAMT EGENSKAPER HOS HALVVARM ÅTERVINNINGSMASSA	120
8.9.1	ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN.....	120
8.9.2	PROVVÄGAR OCH KONTROLLSTRÄCKOR	120
8.9.3	SAMMANSTÄLLNING AV ERFARENHETER FRÅN FÄLTUNDERSÖKNINGAR.....	121
8.9.4	SKADOR SOM KAN UPPKOMMA VID HALVVARM ÅTERVINNING.....	122
8.9.5	VILKA EGENSKAPER HAR HALVVARMA ÅTERVINNINGSMASSOR?.....	123
8.9.6	VILKA EGENSKAPER FÅR BORRKÄRNOR FRÅN BELÄGGNINGEN?	125
	LITTERATURFÖRTECKNING	126

8.1 Allmänt

Vid halvvarm återvinning i verk brukar materialet värmas upp till ca 50-80 °C. Uppvärmningen medför att massan blir mer lättpackad och att hålrums halten i beläggningen vanligen blir lägre än vid kall återvinning. Metoden kommer till sin fördel på hösten eftersom beläggningens prestanda åtminstone till en början blir bättre än för kallblandade massor. Halvvarm återvinning fungerar bra med granulat från halvvarm beläggning med mjukare bindemedel, men också återvinning av kall- eller varmtillverkade massor kan utföras med denna teknik. Halvvarm återvinning kan användas på vägar med litet mer trafik, upp mot ÅDT_t 2 000 fordon.

Den här typen av massor kan ibland upplevas som något tröga och svårlagda på grund av att det gamla bindemedlet aktiveras och blir ”klibbigt”. Förändring av temperaturen, inblandning av stenmaterial eller inblandning av mjukare bindemedel kan dock förbättra massans konsistens och läggbarhet. Bindemedlet utgörs av mjukbitumen. Massan kan sammansättas med enbart granulat, bindemedel och vatten men i de flesta fall inblandas 10-30 % stenmaterial.

Vägverket upphandlade säsongen 1998 244 000 ton halvvarma återvinningsmassor, varav den största andelen i Region Norr.

8.2 Olika typer av tillverkningsprocesser

De blandningsverk som används för halvvarm återvinning skiljer sig inte mycket från de för kall återvinning och kan också användas för nyttillverkade halvvarma och kalla massor. Uppvärmningen sker med hjälp av överhettad vattenånga eller genom måttlig uppvärmning i torktrumma. Både kontinuerliga- och satsblandningsprocesser förekommer (de senare dominerar). I en variant av satsblandningsverk uppvärms granulatet i doseringsenheten med ånga till en temperatur av 50-80 °C innan det transporteras till blandaren. Massans temperatur hamnar ungefär på samma nivå som granulatets men påverkas förutom av ångans temperatur och blandningstiden även av temperaturen och fukthålllet i granulatet samt av transportavståndet till läggaren och av rådande väderlek.

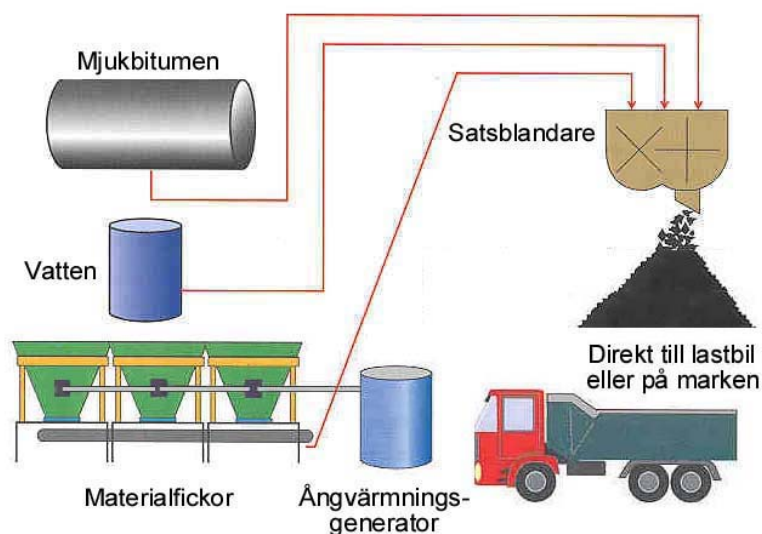


Bild 8-1 Principskiss av verk för satsvis blandning av halvvarm massa. Massan uppvärms med hjälp av överhettad ånga.



Bild 8-2 Tillverkning av halvvarma massor i satsblandningsverk med ånguppvärmning.



Bild 8-3 Tillverkning av halvvarma massor i kontinuerligt blandningsverk. Granulat och stenmaterial uppvärms måttligt i torktrumman till vänster i bilden. Det uppvärmda materialet transporteras sedan till blandaren där mjukbitumen tillsätts.

Blandningsverken är lätta att flytta från plats till plats. Igångsättningstiden efter flyttning är ca 3-4 timmar. Produktionskapaciteten ligger på ca 100-150 ton per timme. Vid satsvis blandning ligger satsstorleken på 1,5-3,0 ton med en blandningstid på ca 20 sekunder.

8.3 Asfaltgranulat

För att massorna skall få en jämn och bra kvalitet måste de gamla asfaltmassorna krossas (sönderdelas) och sorteras. Fräsmassor kan ibland ha en lämplig sammansättning och behöver därför inte alltid krossas. För slitlager bör inte största stenstorleken överskrida 16 mm och för

bind- och bärlager är 22 mm en lämplig stenstorlek. När granulatet fraktioneras brukar det delas upp i fin- resp grovfraktion. Lämpliga sorteringar kan vara 0-8 och 8-16 eller 8-22 mm.



Bild 8-4 *Krossning och sortering av asfaltgranulat.*

8.4 Inblandning av stenmaterial samt vatteninnehåll

Inblandning av stenmaterial i massan kan ha flera syften:

- Att förbättra stabilitetsegenskaperna hos beläggningen, framför allt om granulatet innehåller alltför hög halt bindemedel. I detta fall bör helkrossat och grövre stenmaterial användas (8-16 eller 8-22 mm).
- Att göra massan smidigare så att den går att lägga ut. Sand eller krossat naturgrus (rundat material) kan ge bättre resultat än helkrossat stenmaterial men det är viktigt att inte stabiliteten påverkas alltför negativt.
- Att ibland täta till ett öppet beläggingsmaterial. I detta fall tillsätts material med graderingen 0-8 eller 0-16 mm.

Om granulatet redan från början innehåller hög andel stenmaterial bör inblandning av stenmaterial undvikas, speciellt om massan skall användas till slitlager. Stenrika, halvvarma återvinningsmassor kan bli separationsbenägna, vilket bör beaktas vid utlastning, transport och utläggning.

Normalt inblandas inte vatten för att optimera packningsegenskaperna på samma sätt som vid kall återvinning. Fuktinnehållet i massan påverkas dock av en rad faktorer såsom vattenkvoten i granulatet och stenmaterialet, på vilket sätt massan värmts upp samt massans sluttemperatur. Ånguppvärmning innebär att massan erhåller en förhöjd fuktkvot. Vid torrare processer (uppvärmning i torktrumma) ligger fuktinnehållet på en lägre nivå. Det är svårt att ange en optimal vattenkvot för halvvarma massor men erfarenheterna har visat att utläggnings- och packningsegenskaperna blir bra vid ca 4 % vattenhalt. I vissa fall kan sannolikt vatteninblandning göra massan smidigare.

8.5 Inblandning av nytt bindemedel

8.5.1 Bindemedelstyper

Vid den halvvarma återvinningstekniken används mjukbitumen som nytt bindemedel i massorna. De olika typer av mjukbitumen som förekommer på marknaden framgår av tabell 8-1.

Tabell 8-1 Mjukbitumen för halvvarm återvinning.

Enligt äldre specifikation	Enligt CEN-standard	Anmärkning
MB 2 000	V1 500	Mjukaste varianten
	V3 000	
MB 5 000	V6 000	
MB 10 000	V12 000	Hårdaste varianten

De mjukaste varianterna riktar sig mot återvinning av mjukgjorda beläggningar, typ OG och MJOG eller där flexibla egenskaper hos beläggningen eftersträvas, medan de hårdare varianterna riktar sig mot återvinning av beläggningar där styvare och stabilare egenskaper åberopas. Ibland används även ett mjukare bindemedel för att kompensera bindemedelsåldring hos den gamla asfalten och för att förbättra läggbarheten.

Mjukbitumen

Mjukgjord bitumen eller mjukbitumen är bitumen som kännetecknas av låg viskositet och är därmed lättflytande. Tidigare blandades på plats en mjukgörare (oljedestillat) med hårdare bitumen men detta förfarande används inte längre av miljöskäl. Numera erhålls mjukbitumen färdigblandad direkt från leverantören. Bindemedlets temperatur ligger vid massatillverkningen mellan 80-110 °C. Mjukbitumen används på vägar med liten trafik i norra och mellersta Sverige. Den används även på vägar med sämre bärighet eller ojämna tjällyftningar där flexibla egenskaper eftersträvas hos beläggningen.

8.5.2 Bindemedelshalter

Det är viktigt att skilja på halvvarm återvinning av asfaltbetong och asfaltgrus (varm massa, ABT, AG) och de beläggningar som är gjorda med mjukare bindemedel såsom asfalt-emulsionsbetong (AEB, AEOG, AEG), mjukgjord asfaltbetong (MJAB, MJAG, MJOG) och av oljegrus (OG). Den senare typen av asfaltbeläggningar, som betecknas som kalla eller halvvarma massor, innehåller lägre bindemedelshalt samt mjukare bindemedel än varmtillverkad asfalt och behöver därför mindre mängd nytt bindemedel. En annan skillnad är att bindemedelsåldringen är mindre för kalla och halvvarma beläggningar på grund av att de inte upphettats eller endast måttligt upphettats vid massatillverkningen och därför är bindemedlet mindre påverkat.

8.5.3 Tillsatsmedel

En mindre mängd vidhäftningsmedel (aminer) måste tillsättas bindemedlet för att massan skall få en bra motståndsförmåga mot vatten. Bild 8-5 visar betydelsen av vidhäftningsmedel för vidhäftningstalet vid olika bindemedelshalter. I detta fall förbättrades också beständigheten med ökande mängd nytt bindemedel.

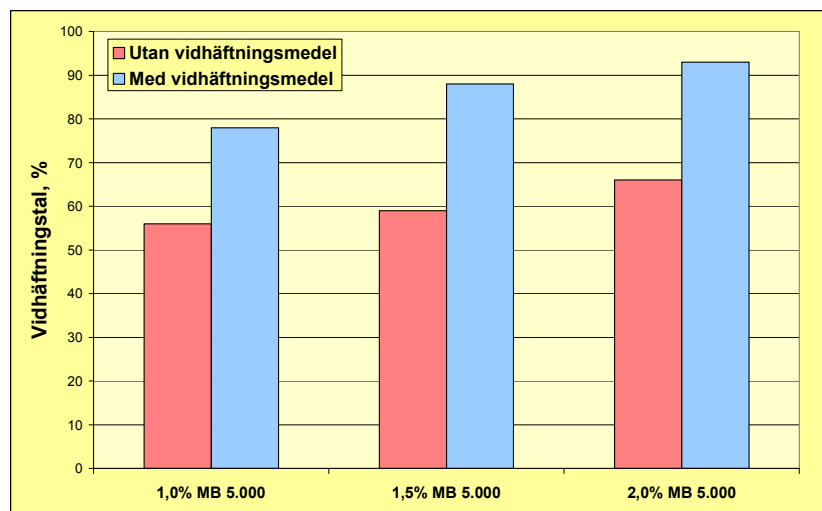


Bild 8-5 Betydelsen av vidhäftningsmedel i bindemedlet på mjukgjord, halvvarm återvinningsbeläggning.

8.6 Transport, utläggning och packning av massa

Den här typen av massor innehåller hög andel av grövre partiklar, både granulatkorn och stenmaterial. Grovkorniga massor med hög stenhalt är separationsbenägna och därför bör separationsrisken beaktas vid lastning, transport och lossning av massan.

Halvvarma återvinningsmassor är inte speciellt fuktkänsliga eftersom de innehåller vatten men de avkyls relativt snabbt om temperaturen är låg. Belägningsytan hårdnar relativt fort efter packningen men på grund av det mjukare bindemedlet blir beläggningen mjukare jämfört med varm asfaltbeläggning. Temperaturen skall vid utförandet ligga över +5 °C.

De läggare (bild 8-6) och vältrar som används för halvvarma återvinningsmassor är desamma som för annan halvvarm och kall asfaltteknik. Erfarenheterna har visat att halvvarma återvinningsmassor kan vara relativt tröga att lägga ut, speciellt vid högre bindemedelsinnehåll och vid högre temperaturer. Vid val av läggare är det viktigt att beakta massans eventuella tröghet. Tyvärr finns det inga heltäckande eller riktigt bra metoder för bedömning av konsistensen hos massan men gyratorisk packningskurva, Nynäs Workability Test (skjuvtest på opackat massaprov) eller en mindre provläggning kan indikera om massan är trög och svårarbetbar. En provläggning rekommenderas innan produktionen startas upp i full skala.

Packningen bör utföras med en statisk stålvalsvält och en gummihjulsvält i separata enheter. Stålvalsvälten (steg 1) ger packning på djupet medan gummihjulsvälten (steg 2) knådar (tätar) till vägbanan, vilket är viktigt för att ytan skall få en bra hållbarhet. För att få ett bra packningsresultat bör vältningen påbörjas omedelbart efter utläggningen så att inte massan hinner svalna av. Efter packningen går ytan att trafikera. Antalet överfarter och behovet av vältrar kan bestämmas genom en provpackning på vägen (i början av objektet). Normalt brukar 4-6 överfarter användas vid stålvalsvältningen och en relativt hög linjelast bör väljas (totalvikt 14 ton).



Bild 8-6 Utläggning av halvvarma återvinningsmassor som bärlager. Massorna kom ursprungligen från gamla E4 vid Höga Kusten.



Bild 8-7 Gummihjulsvältning av halvvarm återvinningsmassa. Ytan blir på så sätt tätare och hårdare.

8.7 Egenskaper hos nylagd beläggning

Vägytan kan till en början vara mjuk och känslig för mekaniska påkänningar, speciellt nära vägrenarna och på utsatta platser. Ytan är dock tätare och hårdare än vid kall återvinning.

Beläggningen hårdnar med tiden men det dröjer en tid innan den uppnår slutstadiet. Separerade ytor och dåliga skarvar/fogar bör förseglas i ett tidigt skede. Om beläggningen erhåller stenlossning eller materialsläpp första vintern kan beläggningen bli bättre följande år, men om problemet kvarstår bör ytan förseglas och en beredskap för detta bör finnas.



Bild 8-8 Nylagd yta av halvvarm återvinningsmassa som bärlager.

8.8 Materialprovning och krav på granulat, massa och beläggning

8.8.1 Allmänt

I princip måste halvvarma återvinningsmassor provas och proportioneras på samma sätt som kalla återvinningsmassor. Den här typen av massor innehåller vatten i varierande grad och därför måste provningsförfarandet vid proportioneringen styras upp noggrant. När förprovningen är klar bör en provläggning av massan göras enligt valt arbetsrecept. En provläggning är det bästa sättet för att få svar på om massan går att hantera och lägga ut. Enligt tidigare erfarenheter av halvvarma massor kan en viss korrigering av arbetsreceptet bli nödvändigt efter en provläggning eller när produktionen kommit igång.

I följande avsnitt ges en översikt över vad som bör ingå i ett provningsförfarande för halvvarma återvinningsmassor. Vid högre trafikvolym bör krav på funktionellt inriktade egenskaper ställas vid proportionering av återvinningsmassa.

Vilka anvisningar finns för halvvarm återvinning?

I Vägverkets komplement till VÄG 94 ”Teknisk Beskrivning Väg, Beläggningsarbeten med återvunnen beläggning (TBVbel ÅA)” finns anvisningar för kall och halvvarm återvinning (1). Där framgår krav på granulat, rekommenderade fukt- och bindemedelshalter, beskrivning av samt riktlinjer för proportionering och kvalitetskontroll samt tillhörande specifikationer.

8.8.2 Proportioneringsförutsättningar

Beroende på objektets karaktär kan kraven delas in i fyra kategorier (se kapitel 6) efter trafikvolym och typ av väg/gata/yta som skall åtgärdas:

- Kategori 4: bostadsgator och vägar med trafik mindre än ÅDT_t 500 fordon, CG-vägar, planer, P-ytor
- Kategori 3: vägar med trafik ÅDT_t 500-1 500 fordon och gator/ytor där det ställs större krav på hållfasthet och beständighet

- Kategori 1 och 2: vägar med trafik större än ÅDT_t 1 500 fordon.

För kategori 4 bör krav ställas på ingående material och återvinningsmassa. För kategori 3 bör krav ställas på ingående material och massa samt att receptet för återvinningsmassan är framtaget genom funktionellt inriktad proportionering. För kategori 1 och 2 krävs särskild utredning (där ställs större krav). Halvvarma massor har använts på vägar upp mot 3000 fordon per dygn.

Följande maximala partikelstorlekar rekommenderas:

Slitlager

Bostadsgator	11 mm
Vägar/planer/ytor	11 eller 16 mm.

Bärlager

Samtliga typer av gator/vägar/ytor	16 eller 22 mm.
------------------------------------	-----------------

8.8.3 Förundersökning av asfaltgranulat eller gammal asfaltbeläggning

För att karakterisera och bedöma asfaltmaterial som skall återvinnas skall en förundersökning göras. Resultatet ligger till grund för val av metod, typ och mängd av nytt bindemedel samt behov av stenmaterialinblandning. Representativa prov uttas från upplag eller genom borrprov från befintlig väg. Ur proven bestäms:

- kornstorleksfördelning på granulat (tvättsiktning)
- bindemedelshalt och kornstorleksfördelning på extraherat materialet
- penetration eller mjukpunkt på återvunnet bitumen (vid hårdare bitumen) eller
- kinematisk viskositet (60 °C) på återvunnet bindemedel (vid mjukbitumen).

Vatteninnehållet kan variera i granulatet, vilket bör beaktas vid proportionering och produktion av massa.

Om bindemedelshalten eller kornstorleksfördelningen varierar för mycket bör materialet i möjligaste mån homogeniseras. Det kan göras genom omblandning av materialen, genom skiktvis lagring av materialen i mellanupplaget och genom ett bra förfarande när granulatet skall utlastas till kalldoseringsenheterna. Standardavvikelsen på bindemedelshalten och kornstorleksfördelningen (extraherat material, t ex fillerhalten och passerande mängd på sikt 4 mm) kan ligga till grund för bedömning av materialets homogenitet.

8.8.4 Proportionering inriktad mot funktionella egenskaper

Proportionering med inriktning mot funktionella egenskaper innebär att receptet för återvinningsmassan tas fram genom relativa, jämförande provningar på provkroppar av granulat, bindemedel och vatten i olika proportioner. Efter det att provkropparna lagrats/härdats testas de med avseende på mekaniska egenskaper och beständighet. Den blandning som bäst uppfyller kraven väljs.

Provningarna görs genom dubbelprov från massor med tre till fyra olika bindemedelshalter (rekommenderade bindemedelshalter framgår av avsnitt 8.8.7). Bindemedelshalterna väljs utifrån bindemedelsinnehållet och kornkurvan i granulatet samt hur pass åldrat det gamla bindemedlet är. Det innebär bland annat att en större bindemedelsgiva bör eftersträvas vid

förhårdnat, åldrat bindemedel och en mindre giva när bindemedlet är mjukare och fräschare. Hänsyn måste givetvis tas till de förhållanden som råder på det aktuella objektet.

Skillnaden i bindemedelshalt (restbitumenhalt) bör vara 0,4 viktprocentenheter mellan provblandningarna. Ett sammanslaget prov av granulat från upplaget kan ligga till grund för proportioneringen. För att provningarna skall bli jämförbara måste provningsförfarandet styras upp enligt avsnitten 8.8.5-8.8.9.

8.8.5 Provpreparering

Blandning

- degblandare eller tvångsblandare

Tillverkning av provkroppar

Vid halvvarm tillverkning sker packning av provkroppar vid avsedd läggningstemperatur enligt någon av nedanstående metoder:

- statisk packning eller
- gyratorisk packning eller
- Marshallpackning.

Om osäkerhet avseende förväntad temperatur råder skall 60 °C väljas.

Härdning av provkroppar genom lagring

- 7 dygn vid +40 °C eller
- 4 dygn vid förhöjd temperatur, +60 °C.

8.8.6 Provningsmetoder

Provningen av massans egenskaper bör omfatta följande:

- bindemedelshalt och kornkurva
- hålrums halt
- pressdraghållfasthet vid +10 °C
- styvhetsmodul vid +10 °C
- stabilitet enligt Marshall, vid +25 °C
- vattenkänslighet – vidhäftningsegenskaper
- frys-töbeständighet och saltkänslighet
- konsistens och täckningsgrad.

Typen av asfaltslager (bär- eller slitlager) avgör vilka metoder som skall väljas. För slitlager får vattenkänslighet och pressdraghållfasthet stor betydelse, medan stabilitet och styvhetsmodul är de viktigaste egenskaperna för bärlager. Det är viktigt att partiklarna/stenmaterialet i massan får en bra täckningsgrad och att massan blir bearbetbar. En provläggning kan vara nödvändig för att slutligen kontrollera massans läggbarhet vid valt arbetsrecept. Vid halvvarm återvinning av mjukgjord asfaltbeläggning bör, vid sidan om mekaniska egenskaper och beständighet, även bindemedelshalt och kornkurva beaktas.



Bild 8-9 Gyratorisk packningsutrustning för tillverkning av provkroppar.

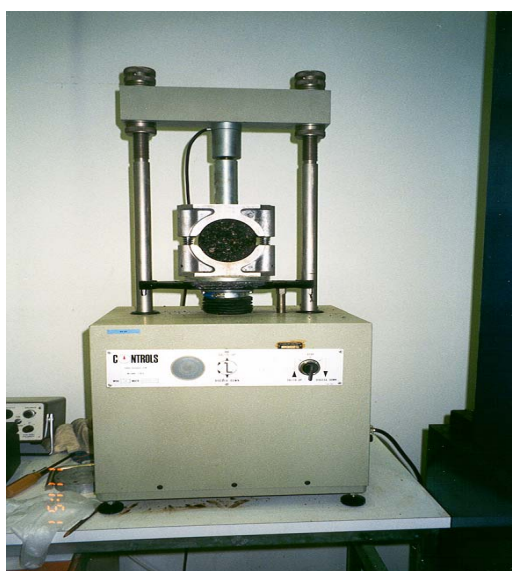


Bild 8-10 Mätning av pressdraghållfasthet (vänster) och Marshallstabilitet (höger). I båda fallen används samma apparat men olika provriggar.



Bild 8-11 Mätning av styvhetsmodul. Vid metoden används en pulserande last.

8.8.7 Rekommenderade bindemedelshalter och fukttinhåll

Granulat

Bindemedelshalten i inmatningskurvan (granulatet) bör vara 3,0-6,0 vikt-%. Om bindemedelshalten överstiger 6,0 % skall stenmaterial tillsättas granulatet så att önskad bindemedelshalt uppnås. Vid för hög bindemedelshalt kan beläggningen få plastiska deformationer.

Fuktkvoten i granulatet bör ligga inom följande intervall:

- återvinningsmassa för slit- och bärlager: 2,0-4,0 vikt-%.

För att massan skall erhålla bästa möjliga packningsegenskaper bör optimal vattenkvot eftersträvas.

Tillsatt bitumenmängd för halvvarm återvinning

- återvinningsmassa för bärlager: 0,6-1,5 vikt-%, riktvärde: 1,2 vikt-%
- återvinningsmassa för slitlager: 1,2-2,4 vikt-%, riktvärde: 1,8 vikt-%.

Riktvärdet anpassas efter typen av beläggningssmaterial som skall återvinnas. De värden som anges avser halvvarm återvinning av asfaltbetong (ABT) eller asfaltbundet grus (AG). Vid återvinning av mjukgjorda beläggningstyper (t ex OG, MJOG, MJAB, AEB) bör riktvärdet vara något lägre.

Asfaltmassa

Den totala bindemedelshalten i massan (gammalt bindemedel och nytt mjukbitumen) bör ligga på följande nivåer:

- bärlager: 4,5-6,5 vikt-%
- slitlager: 5,5-7,5 vikt-%

Vid återvinning av mjukgjord beläggning bör värdena ligga på lägre nivåer.

8.8.8 Rekommenderade krav på ingående material

Med ingående material avses här det material som matas in i verket. Kraven medför att krossning och/eller sortering av granulat/asfaltkakor i de flesta fall måste utföras. Följande krav kan ställas:

Asfaltgranulat

- bindemedelshalt och kornkurva (extraherad)
- granulatkurva (tvättsiktning).

Lämplig granulatkurva (tvättsiktning) för halvvarm återvinning framgår av bild 8-12. Kornkurvan får bryta en av de inre linjerna.

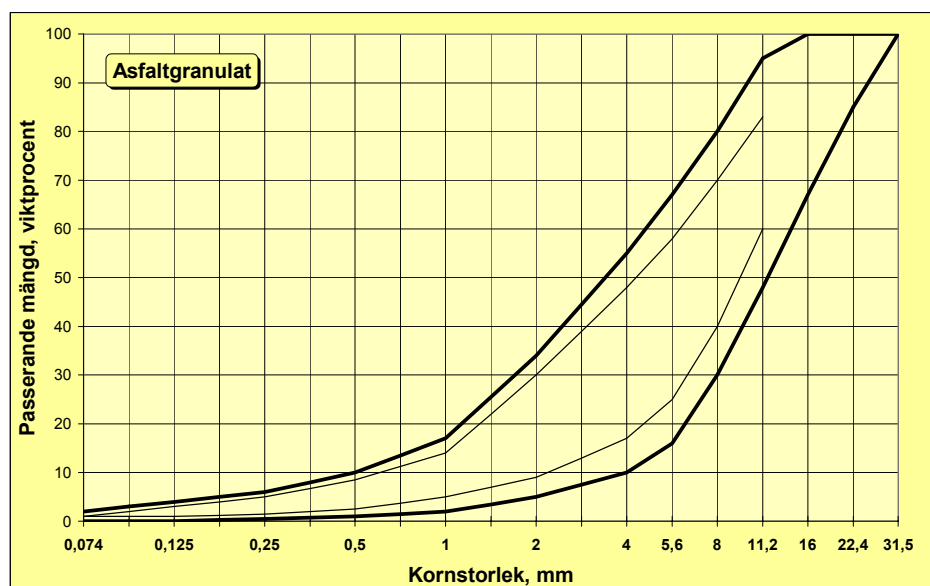


Bild 8-12 *Lämplig korngradering för asfaltgranulat.*

Bindemedel (mjukbitumen)

För vägar med stora krav på flexibilitet:

- Mjukbitumen med kinematisk viskositet $< 2\,000\text{ mm}^2/\text{s}$ bör användas.

För vägar med krav på styvhet och stabilitet:

- Mjukbitumen med kinematisk viskositet mellan $5\,000\text{--}10\,000\text{ mm}^2/\text{s}$ kan användas.

Stenmaterial

Nytt stenmaterial kan tillsättas bl a i följande fall:

- om avsikten är att förbättra stabiliteten bör helkrossat material tillsättas
- om avsikten är att förbättra enbart massans bearbetbarhet bör naturgrus eller sand (rundat material) tillsättas
- om avsikten är att förbättra massans sammansättning kan både grövre (makadam) och finare material (sand) tillsättas.

Vidhäftningsmedel

Vid användning av mjukbitumen skall vidhäftningsmedel alltid tillsättas. Tillsatsen sker vanligen in-line vid asfaltverket. Tillsatt mängd och typ kan bestämmas vid proportioneringen

genom provning av vidhäftningstalet på laboratorietillverkade provkroppar. Effekten av tillsatt vidhäftningsmedel framgår av bild 8-13.

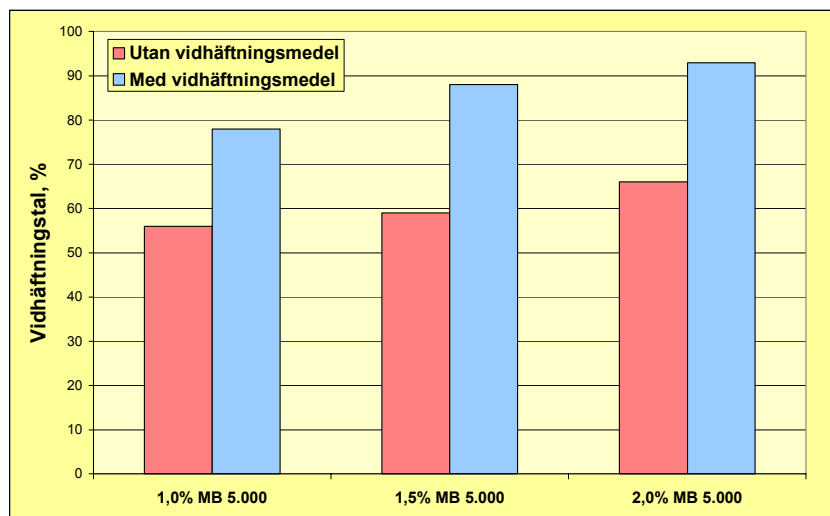


Bild 8-13 Inverkan av vidhäftningsmedel på mjukgjord halvvarm återvinningsbeläggning.

8.8.9 Rekommenderade krav på återvinningsmassa

Kvalitetskontrollen bör omfatta dels krav på bindemedelshalt och vattenkvot på massaprov, dels krav på hålrum, styvhetsmodul, pressdraghållfasthet och vattenkänslighet på instampade provkroppar.

Kategori 4

Krav och kontroll av återvinningsmassa:

- bindemedelshalt och kornkurva i bärlager
- bindemedelshalt och kornkurva i slitlager
- vattenkvot

Kategori 2 och 3

För kategorierna 2 och 3 rekommenderas, förutom kraven för kategori 4, också egenskapskrav på instampade prov av återvinningsmassa. Följande parametrar kan ingå:

- hålrumshalt
- pressdraghållfasthet vid +10 °C
- styvhetsmodul vid +10 °C
- stabilitet enligt Marshall, vid +25 °C
- vattenkänslighet – vidhäftningstal.

Valet av provningsmetoder avgörs efter aktuell beläggningstyp.

8.8.10 Rekommenderade krav på bitumenbundna lagers ytor

De krav som finns i VÄG 94 kan även användas (eventuellt med vissa modifieringar) för halvvarma återvinningsbeläggningar. Krav på följande egenskaper för vägytan rekommenderas:

- jämnhet
- spårbildning

- tvärfall
- stenlossning
- friktion

Kraven kan ställas på relativt nylagd yta (helst bör ytan ha legat en tid) och/eller under garantitiden (1-3 år). Kravet på friktion bör dock alltid gälla direkt efter utförandet och under hela garantitiden på trafikerade ytor. På bostadsgator kan det vara svårt att mäta jämnheten och spårjupet med hjälp av RST-mätbil på grund av att brunnar, skarvar med mera inverkar på resultatet. Det är viktigt att påpeka att nylagda återvinningsmassor är känsliga för mekaniska påkänningar eftersom ytan till en början är mjuk och därför bör denna typ av asfaltmassor undvikas på utsatta platser.

8.9 Erfarenheter från uppföljningar i fält samt egenskaper hos halvvarm återvinningsmassa

8.9.1 Användningsområden

Halvvarma återvinningsmassor har använts främst till slitlager men även till bärlager på låg- till medeltrafikerade vägar i norra Sverige (2-5). Även i kommuner har den här typen av beläggningar testats men då har det huvudsakligen handlat om vägar i kommunernas ytterområden och inte gator i tätorten. Mjukgjorda beläggningstyper (MJOG, OG, AEOG, MJAB, MJAG, AEB, AEG) kan med fördel återvinnas genom halvvarma metoder och i norra Norrland finns ett stort antal beläggningar återvunna genom denna teknik. Även varma massor går att återvinna genom halvvarm återvinning med mjukgjorda bindemedel.



Bild 8-14 Halvvarm återvinningsbeläggning inom Borlänge kommun.

8.9.2 Provvägar och kontrollsträckor

Antalet dokumenterade försök med halvvarm återvinning har varit relativt litet trots att metoden använts i många år. En del erfarenheter från norra och mellersta Norrland (4 och 5) finns dock, bland annat ett större provvägsförsök (3) på riksväg 90 mellan Gustavsvik och Lunde i Ångermanland, där bärlagret utgörs av återvunnen asfalt från gamla E4:an vid Höga kusten. I provvägen testas mjukbitumen, MB 5 000 och MB 10 000 med varierande

bindemedelshalt samt specialemulSION baserad på B180. Försöket gjordes hösten 1998 varför det ännu så länge är för tidigt med slutsatser, men hittills har beläggningen fungerat på ett bra sätt.

De problem som uppmärksammas har ofta berott på massornas tröghet vid läggning som resulterat i ojämnheter (vågbildning som ger högre IRI-värden) och spårbildning i form av efterpackning. Eftersom mjukpunkten ligger relativt lågt i mjukgjorda beläggningar kan massorna bli extra tröga på grund av att bindemedlet i det gamla beläggningsmaterialet aktiveras (mjuknar och blir klibbigt) av värmen. Tillsats av stenmaterial, mjukare bindemedel eller en sänkning av massatemperaturen kan förbättra konsistensen och läggbarheten. I en del fall har åtgärden ändrats till kall återvinning istället för halvvarm på grund av att massorna blivit för tröga och svårlagda. Normalt brukar det dock inte vara något större problem med att lägga ut massorna och jämnheten brukar i de flesta fall bli acceptabel.

Borrkärnor från den här typen av återvinningsbeläggningar visar att materialet ofta får ett något lägre hållrum än vid kall återvinning och att beläggningens prestanda därmed kan bli bättre. Vägytan blir normalt tätare än vid kall återvinning. Hållrummet minskar med tiden genom trafikarbetet. Om stenhalten är hög i massan måste separationsrisken beaktas noga (gäller främst för bärlager).

8.9.3 Sammanställning av erfarenheter från fältundersökningar

Utifrån de resultat och erfarenheter som erhållits från provvägar, kontrollsträckor och skadeutredningar har följande sammanställning gjorts.

Plastiska deformationer

- kan förekomma om bindemedelsinnehållet i förhållande till bindemedlets viskositet är för stort; mindre deformationer kan gå tillbaka med tiden genom trafikarbetet

Efterpackning

- några millimeter per lager (avser lager på 5 cm); påverkas av hållrumshalt och packningsinsats

Spårbildning

- i de flesta fall måttlig; normalt minst tio års livslängd

Jämnhet

- ibland något ojämn; normalt IRI 1,5-2,0 mm/m (avser 400-metersvärden)

Blödningar

- vid högre bindemedelshalter kan blödningar uppträda efter en varm period

Friktion

- normalt bra (0,7-0,8); vid fet yta lägre

Ytskrovlighet (makrotextur)

- ungefär som ABT, makrotextur enligt RST på 0,3-0,5 mm (RRMS-värde) eller 0,5-0,8 mm mätt med Sand Patch; slätare vid högt bindemedelsinnehåll och skrovligare för torra massor

Separationsbenägenhet

- ibland stor; speciellt om stor andel grövre stenmaterial eller granulat Korn ingår i massorna (bör beaktas noggrant)

Bärförmåga

- något bättre än eller likvärdig med nytillverkade kalla eller halvvarma beläggningar; lägre än AG, påverkas av hårdheten på det nya bindemedlet, stenmaterialinblandning, hur pass förstivet granulatet är samt ursprunglig beläggningstyp

Flexibilitet/sprickkänslighet

- har bra flexibilitet genom att mjukbitumen används; när varma massor återvinns blir denna egenskap sämre

Stenlossning/materialsläpp/vattenkänslighet/beständighet

- torra ytor blir råa och öppnare och löper större risk för stenlossning; kan bli problem i separerade ytor; försegling kan bli nödvändig

Slaghål

- normalt ingen risk; separerade ytor och torra massor blir mer känsliga

Ytans egenskaper

- är mjuk i början, speciellt nära vägrenarna; ytan hårdnar genom trafikarbete som ger efterpackning

Ytans utseende

- kan vara svår att skilja från en yta med motsvarande nytillverkad massa

Fogar, skarvar

- noggrant arbete nödvändigt (klstring) annars risk för materialsläpp.

8.9.4 Skador som kan uppkomma vid halvvarm återvinning

De typer av skador som är speciellt kopplade till halvvarma återvinningsmassor framgår av tabell 8-2.

Tabell 8-2 Skadetyper på beläggningar med halvvarm återvinning.

Skadetyper	Trolig orsak
Plastiska deformationer	Alltför högt bindemedelsinnehåll i förhållande till bindemedlets viskositet (bild 8-15)
Blödningar eller kraftigt svärtad yta	Kombinationen högt bindemedelsinnehåll och lågt hålrumshalt
Ojämnheter på grund av tröglagd massa	Dålig konsistens på massan eller olämplig läggare. Tillsats av för hårt bindemedel. Olämplig massasammansättning (bild 8-16)



Bild 8-15 Deformationer uppkomna under första sommaren.



Bild 8-16 Vågbildning (korrugering) på grund av massans tröghet vid utläggning.

8.9.5 Vilka egenskaper har halvvarma återvinningsmassor?

Provning av massa - proportionering

Provning av halvvarma massor skiljer sig inte mycket från provning av kalltillverkade massor (se kap 7 Kall återvinning i verk). På grund av vatteninnehållet måste testerna styras upp noggrant för att inte resultaten skall påverkas av provningsförfarandet, t ex avseende blandningen av massa samt packning och lagring av provkroppar. Eftersom bindemedlet utgörs av mjukbitumen bör stabilitetsprovningen göras vid +25 °C och inte vid högre temperaturer (+40 eller +60 °C) som är det normala för varmtillverkade massor (innehåller hårdare bitumen). Ett översiktligt exempel på ett provningsförfarandet redovisas i bild 8-17.

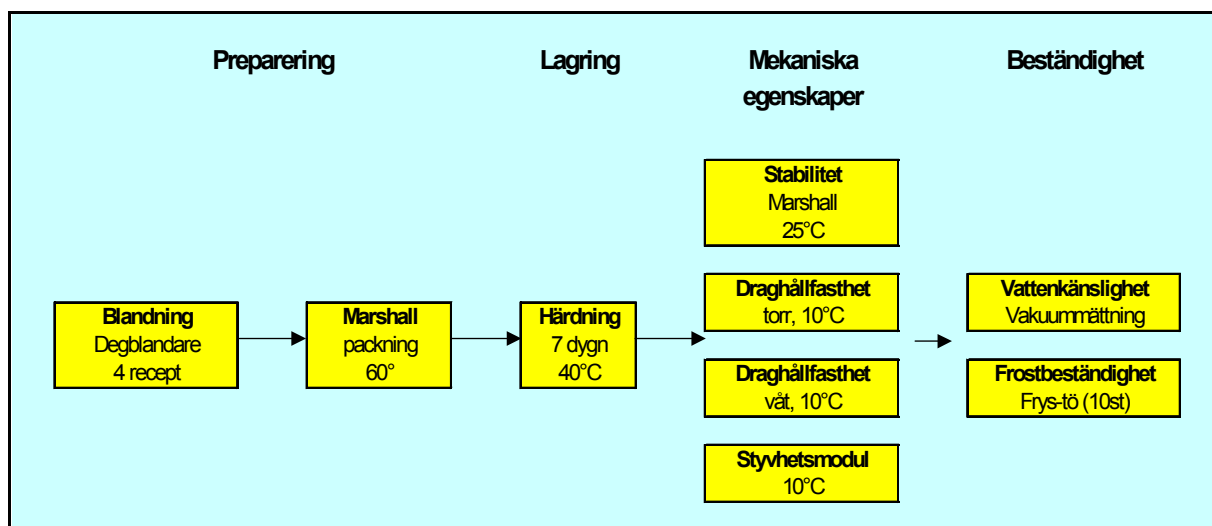


Bild 8-17 Exempel på provningssystem för halvvarma massor.

Som ett alternativ till funktionellt inriktad proportionering kan erforderlig mängd nytt bindemedel tas fram genom analys av den gamla asfaltens sammansättning och det gamla bindemedlets egenskaper (åldring). Halten nytt bindemedel brukar då korrigeras efter bindemedelsinnehållet, kornkurvan och det gamla bindemedlets viskositet eller penetration. Som utgångspunkt bör ett riktvärde tas fram som bygger på tidigare erfarenheter av återvinning av den aktuella beläggningstypen. Förekommer olika beläggningsslager i granulatet är det mycket svårt att på detta sätt bedöma behovet av ny bindemedelsmängd. Det krävs homogena material och långvarig erfarenhet av återvinning (t ex oljegrus) innan möjliga receptvärden kan anges.

Exempel på resultat från proportionering inriktad mot funktionella egenskaper

I bild 8-18 redovisas resultatet från två olika proportioneringar. I det ena fallet utgjordes granulatet av öppen asfalemulsionsbetong (AEBÖ, blå stapel) medan i det andra fallet den ursprungliga beläggningen var av typen ABT och ABS (röd stapel). Massatemperaturen var +60 °C resp. +80 °C vid tillverkningen av provkroppar. Exemplet visar två olika fall av granulat – en med öppen och en med tät gradering. Provnigen visade att hållrumshalten minskade med ökad mängd nytt bindemedel. Blandningarna med ingen eller låg bindemedelsinblandning gav den högsta pressdraghållfastheten om torrlagrade prov testades. Efter vattenlagring ökade beständigheten vid högre bindemedelsinblandning. Stabilitetsegenskaperna minskade med ökad mängd nytt bindemedel. Detta visar hur olika egenskaper kan stå i motsatsförhållande till varandra och det blir ofta nödvändig att göra en kompromiss vid valet av arbetsrecept.

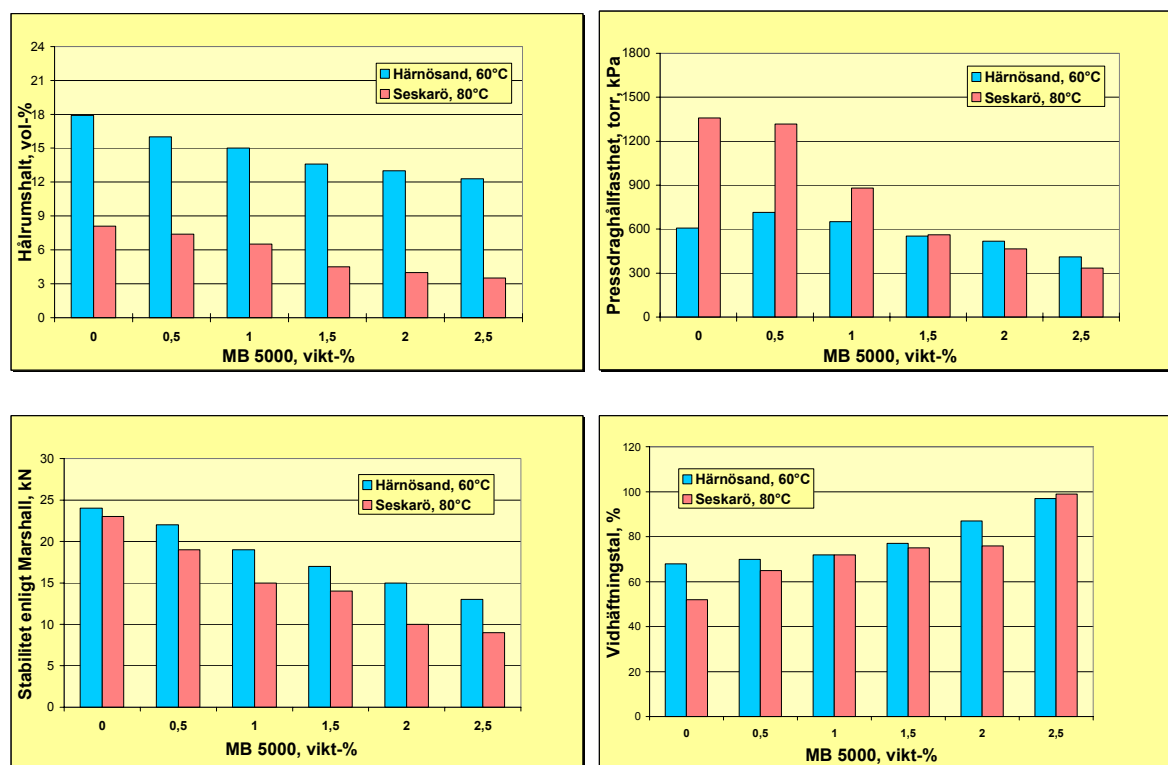


Bild 8-18 Proportionering av halvvarm återvinningsmassa. I detta fall har massan testats vid 6 olika recept (0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 och 2,5 % MB 5 000). Vattenkvoten i granulatet var 3,0 %. Innan provningen lagrades proverna 7 dygn vid 40 °C.

8.9.6 Vilka egenskaper får borrhärdor från beläggningen?

Borrhärdor från beläggningen används för att beskriva materialets/lagrets tillstånd i vägen och hur detta förändras med tiden. VTIs uppföljningar av provsträckor har visat att materialets tillstånd och egenskaper högst avsevärt förändras med tiden, ofta i en positiv riktning, åtminstone de första åren. Trafikarbetet i kombination med massans fortsatta härdning, både knådar och packar till beläggningen med följd att ytan blir hårdare. På nylagd massa kan det vara svårt att få upp hela, provningsbara borrhärdor. Efter ett par månaders trafik brukar dock hela prov erhållas.

Innan borrhärdorna testas är det viktigt att de lagras en bestämd tid (ca en månad vid rumstemperatur) så att vattnet hinner avdunsta. Provningsen görs sedan på både torr- och vattenlagrade prov (när beständigheten testas) och enligt samma förfarande som vid förprovningen. Borrhärdor kan ha egenskaper som i bild 8-19 enligt uppföljningar från provsträckor med halvvarm återvinning (4 och 5).

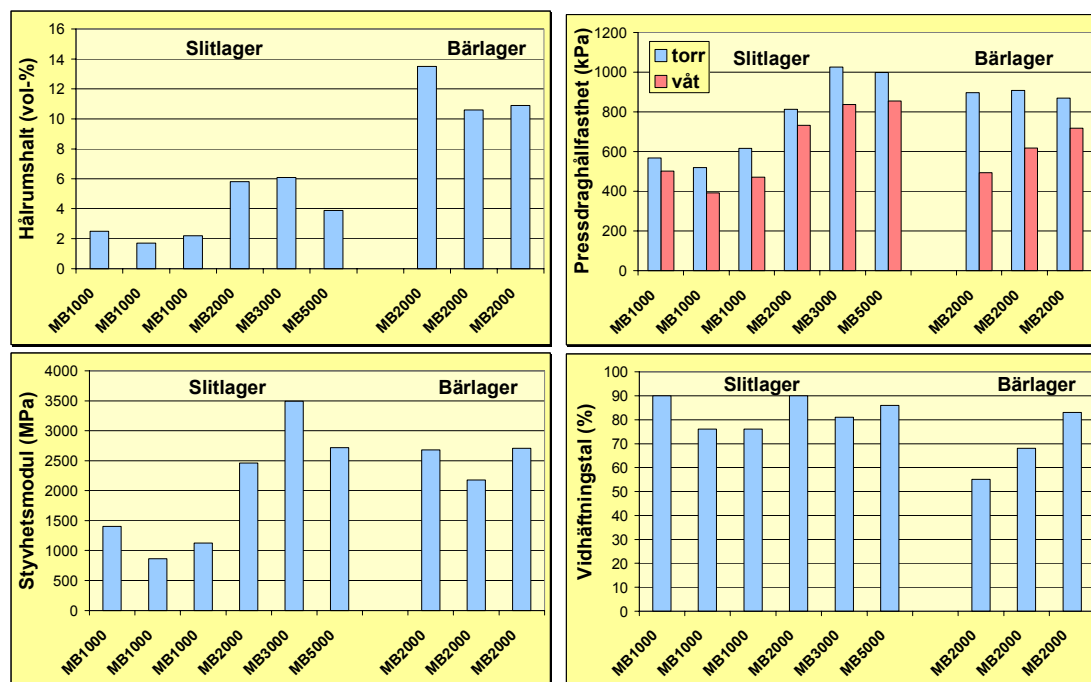


Bild 8-19 Exempel på egenskaper hos slit- och bärlager (borrkärnor). Beläggningens ålder är 6 år. Den gamla återvunna beläggningen utgjordes av ABT, AG (ca 10 år gammal) samt ytbehandling. I slitlagren tillsattes 1,5-2,0 % mjukbitumen och i bärlagren 1,0-1,5 %.

Litteraturförteckning

1. *Vägverket*: "Teknisk Beskrivning Väg. Beläggningsarbeten för kall och halvvarm återvinning av asfaltbeläggningar (TBVbel ÅA)", 2000.
2. *Jacobson, Torbjörn*: "Återvinning av asfaltbeläggning – svenska erfarenheter", VTI särtryck nr 255, 1996.
3. *Jacobson, Torbjörn & Hornwall, Fredrik*: "Försök med kall och halvvarm återvinning, Rv 90, Lunde – Gustavsvik", Lägesrapport 1999-12, VTI notat 11-1999.
4. *Jacobson, Torbjörn & Hornwall, Fredrik*: "Kall och halvvarm återvinning. Uppföljning av provvägar och kontrollsträckor". Lägesrapport 1999, VTI notat 8-2000.
5. *Johansson Svante*: "Halvvarm återanvändning av beläggningssmassor – ett försöksobjekt på Rv 90", Junsele, Vägverket, Publ 1992:12, 1992.