

Kapitel 10

KALL OCH HALVVARM ÅTERVINNING PÅ PLATS



Innehållsförteckning

10.1 ALLMÄNT	143
10.1.1 KALLA METODER.....	143
10.1.2 HALVVARMA METODER.....	143
10.1.3 MILJÖASPEKTER	143
10.1.4 BINDEMEDEL, TILLSATSER OCH STENMATERIAL.....	143
10.1.5 VAL AV METOD.....	143
10.1.6 LÄMPLIGA OBJEKT.....	145
10.2 PRODUKTIONSMETODER	145
10.2.1 KALL REMIXING OCH STABILISERING (KALL ÅTERVINNING PÅ PLATS).....	145
10.2.2 DJUPFRÄSNING (HOMOGENISERING AV MATERIAL).....	147
10.2.3 REMIXINGSTABILISERING (HALVVARM ÅTERVINNING PÅ PLATS).....	148
10.3 LAGERTJOCKLEKAR.....	149
10.4 EGENSKAPER HOS FÄRDIG VÄGYTA.....	149
10.5 FÖRPROVNING, PROPORIONERING, PRODUKTIONS- OCH KVALITETSKONTROLL	150
10.5.1 ALLMÄNT	150
10.5.2 PROVTAGNING.....	151
10.5.3 KARAKTERISERING AV BEFINTLIGA MATERIAL (VÄGMATERIAL)	151
10.5.4 PROPORIONERING - FRAMTAGANDE AV ARBETSRECEPT.....	151
10.5.5 REKOMMENDERADE BINDEMEDELSHALTER.....	152
10.5.6 PRODUKTIONS- OCH KVALITETSKONTROLL	153
10.6 REKOMMENDATIONER TILL KRAV PÅ FÄRDIG VÄGYTA.....	153
10.7 ERFARENHETER AV KALL OCH HALVVARM ÅTERVINNING PÅ PLATS	154
10.7.1 ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN	154
10.7.2 SKADOR SOM KAN UPPKOMMA VID KALL OCH HALVVARM ÅTERVINNING.....	154
10.7.3 PROVVÄGAR (KONTROLLSTRÄCKOR) OCH MATERIALEGENSKAPER	155
LITTERATURFÖRTECKNING	159

10.1 Allmänt

Kalla eller halvvarma markinblandningsmetoder för återvinning innebär att befintliga material, på plats (in-situ), förbättras genom inblandning av bindemedel och ibland nytt stenmaterial eller ny massa. Vid kalla metoder uppvärms inte beläggingsmaterialet medan vid halvvarma metoder vägytan (det översta skiktet) upphettas måttligt. De metoder som förekommer är:

10.1.1 Kalla metoder

- Kall remixing av ett eller flera lager asfalt genom inblandning av kalla bindemedel.
- Stabilisering av homogeniserade (omblandade) lager av asfalt och obundet bärlagergrus genom inblandning av kalla bindemedel.
- Djupfräsning - homogenisering av beläggning och/eller obundna lager utan inblandning av bindemedel.

10.1.2 Halvvarma metoder

- Remixingstabilisering genom inblandning av halvvarm massa eller bindemedel.

10.1.3 Miljöaspekter

Markinblandningsmetoder är mycket resurssnåla genom att befintliga material tas till vara och åtgärdas på plats. På så sätt blir behovet av nytt material mindre än vid konventionell teknik samtidigt som transportererna av material reduceras. Återvinning av vägmateriäl på plats innebär också att behovet av mellanlagring eller deponering reduceras. Vid stabilisering behöver inte stenmaterialet värmas upp vilket leder till låg energiåtgång.

10.1.4 Bindemedel, tillsatser och stenmaterial

De bindemedel (1, 2) och tillsatser som förekommer vid kall- och halvvarm återvinning på plats är:

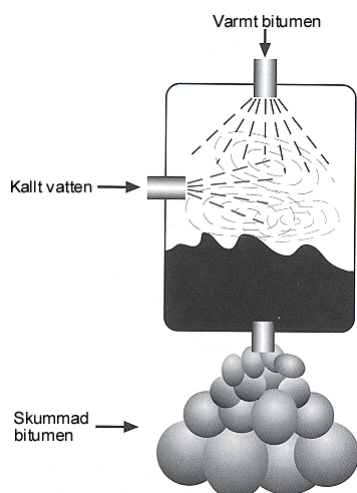
- Bitumenemulsion
- Skummat bitumen + vidhäftningsmedel
- Kombinationen bitumenemulsion/cement
- Kombinationen skummat bitumen/cement
- Mjukbitumen + vidhäftningsmedel

Inblandning av en mindre mängd (1-2 %) cement kan förbättra materialets styvhet och beständighet (vattenkänslighet). Stenmaterial, nytillverkad massa och vatten kan vid behov tillsättas. När stenmaterial tillsätts bör helkrossat (makadamfraktioner) berg användas.

10.1.5 Val av metod

Stabilisering med skummat bitumen är att föredra om finmaterialhalten i obundet material är hög eller om fukttinnehållet är stort. Blandningen får i detta fall, på grund av det skummade bindemedlets stora volym, en homogenare sammansättning. I de flesta fall kan såväl emulsion som skummat bitumen användas så det är ofta kostnader eller tillgången på maskiner eller bindemedel som faller avgörande för val av metod. Skummat bitumen anses ha bättre transportekonomi än bitumenemulsion eftersom mindre mängd bindemedel måste transporteras (endast bitumen) och kommer därför till sin fördel om avstånden är långa till arbetsplatsen.

Skumning av bitumen



Skummat bitumen

Skummat bitumen innehåller ca 2 % vatten medan resten utgörs av bitumen. Skummets volym kan bli upp till 20 gånger större än rent bitumen men skummets volym avtar snabbt med tiden under blandningsprocessen.

Bild 10-1 Principen för skumning av bitumen (källa: Wirtgen)

Remixingstabilisering avser halvvarm återvinning av mjukgjorda kalla eller halvvarma slitlager (OG, MJOG, MJAB, AEOG, AEB). Stabilisering avser kall återvinning av material till bitumenbundet bärlager.

En förutsättning för metoder som bygger på att befintliga lager skall användas är att materialet har lämplig sammansättning och beskaffenhet samt finns i tillräcklig tjocklek för den planerade åtgärden. Av den anledningen behövs en noggrann provtagning och förprovning, bland annat för att bedöma materialgradering och lagertjocklekar men även för val av lämplig mängd nytt bindemedel, tillsatser, stenmaterial och vatten. Information om materialtyp och materialsammansättning ligger till grund för val av bindemedel samt behov av tillsatser, stenmaterial och vatten.

En sammanställning över de viktigaste för- och nackdelarna vid kall och halvvarm återvinning på plats

Fördelar

- Mycket resurssnål teknik som tar till vara befintliga material
- Asfaltmaterialen behöver inte värmas upp vid kall remixing/stabilisering
- Lämplig metod för glesbygd
- Profilhöjningen av vägen blir minimal
- Kan trafikeras omedelbart efter packning

Nackdelar

- Större variationer i materialsammansättning än vid ny tillverkning
- Markinblandningsmetoder har haft svårigheter att homogent fördela och blanda in bindemedlet men med nyare utrustningar har detta problem minskat
- Kan vara svårt att uppnå föreskriven lagertjocklek, t ex på grund av stora stenar som stör maskinen eller brist på lämpliga material. En ordentlig förundersökning av den gamla vägen är därför nödvändig. Vid behov kan nytt stenmaterial behövas tillsättas.

10.1.6 Lämpliga objekt

Metoderna riktar sig mot förbättring eller förstärkning av nedslitna låg- till medeltrafikerade vägar med relativt homogen sammansättning. Vid markinblandning begränsas profilhöjningen av vägen genom att påbyggnaden blir liten, vilket är en stor fördel när smala vägar skall åtgärdas. Metoderna kommer till sin fördel i glesbygd med långa avstånd till verk eller täkter och där det är brist på lämpliga material för påbyggnadsåtgärder.

10.2 Produktionsmetoder

10.2.1 Kall remixing och stabilisering (kall återvinning på plats)

Stabilisering av obundna material är en vanlig teknik i många länder och metoden har även använts i Sverige under flera år. I princip används samma teknik vid kall återvinning av asfaltmaterial som vid kombinationen asfalt och obundet material. Den största skillnaden ligger i att provningsförfarandet skiljer sig något åt på grund av att, förutom de obundna materialen, även det gamla asfaltmaterialets egenskaper måste beaktas vid asfaltåtervinning.

Vid stabilisering med bitumenemulsion eller skummat bitumen används så kallade djupfräsar som blandar in bindemedlet genom ett antal spridare (munstycken) som sitter monterade i frästrumman. I samma munstycken kan också cementslam eller vatten tillsättas. Materialet kastas av fräständerna upp i trumman, sprayas med emulsion eller skummat bitumen och massan pressas sedan ut genom bakstycket på trumman. Innan bindemedel inblandas (våtfräsning) brukar materialen först homogeniseras genom torrfräsning. Vid behov tillsätts även makadam vid denna åtgärd. Den nyutlagda fräsmassan (strängen eller draget) fördelas ut och avjämnas med en väghyvel innan materialet packas med stålvals- och gummihjulsvält. Stålvalsvälten (minst 15 ton) packar materialet på djupet medan gummihjulsvälten knådar och tätar till ytan. Läggningsbredden på moderna djupfräsar är maximalt 2,5 m.

Arbetsmomenten vid stabilisering:

- Vattning och torrfräsning (homogenisering) av lagret som skall åtgärdas
- En förjustering av vägytan med väghyvel samt en viss packning
- Infräsning av bindemedel (våtfräsning)
- Fördelning av massorna och justering av vägbanan med väghyvel
- Packning med stålvals- och gummihjulsvält

Det åtgärdade lagret bör ligga en tid (ca två veckor) under trafik innan slitlagret läggs.

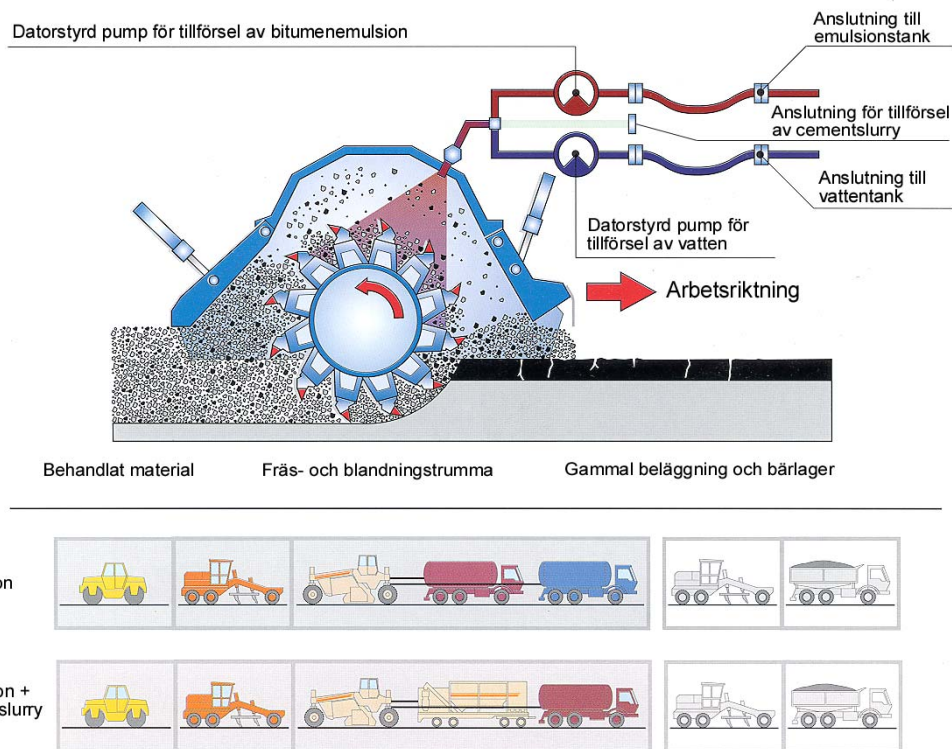


Bild 10-2 Blandningsförfarande i frästrumma samt översikt av de maskiner som behövs vid stabilisering med emulsion eller kombinationen emulsion och cement (källa: Wirtgen).



Bild 10-3 Kall återvinning (kall remixing) av befintlig beläggning genom infräsning av bitumenemulsion. I detta fall inblandas ca 2,0 % emulsion i befintlig beläggning.



Bild 10-4 Djupfräs för kall återvinning och stabilisering. Både emulsion och skummat bitumen kan inblandas med den här typen av maskiner. Innan bindemedel tillsätts brukar materialen homogeniseras genom torrfräsning.



Bild 10-5 Kall återvinning (kall remixing) av befintlig beläggning genom infräsning av bitumenemulsion (3 %) och tillsats av en mindre mängd cement (1-2 %). Cementen förbättrar framför allt materialets resistens mot vatten och styrar samtidigt upp lagret.

10.2.2 Djupfräsning (homogenisering av material)

Homogenisering av bitumenbundna material tillsammans med obundna material (omblandning, inblandning) i en vägkonstruktion kan åstadkommas genom djupfräsning. Vid

den här typen av åtgärder tillsätts inget nytt bindemedel varför materialet förblir obundet. Däremot är det vanligt att stenmaterial kan blandas in. När tjockare lager åtgärdas bör materialet ligga en längre tid innan ytan läggs över med beläggning på grund av den spårbildning som kan uppkomma initialt genom trafikens efterpackning. Omblandade, bituminösa material kräver en hög packningsinsats (mycket vattning och vältning) eftersom materialet kan vara svårpackat (granulat Korn kan vara fjädrande och mjuka).



Bild 10-6 Halvvarm återvinning av befintlig beläggning genom inblandning av bindemedel och makadam. Även ny massa kan inblandas. Innan fräsningen uppvärms ytan med hjälp av Heating.

10.2.3 Remixingstabilisering (halvvarm återvinning på plats)

Vid remixingstabilisering av asfaltbeläggningar brukar maskiner typ Road Mixer användas som är kombinerade fräs- och blandarläggare. Innan åtgärd måste vägytan värmas upp genom Heating eller infravärme så att den gamla beläggningen lättare går att sönderdela (finfördela) vid fräsningen. En måttlig uppvärmning av materialen underlättar också blandningen och packningen av massan. Asfaltbetong är normalt för styv för den här tekniken och kan därför inte återvinnas med Road Mixer. Normalt klarar Road Mixer av att åtgärda de övre 4-8 cm av beläggningen. Maskinerna kan också klara av att fräsa i en viss del obundet material men inte grovt material eller alltför hårda ytor.

Arbetsmomenten vid remixingstabilisering:

- Uppvärmning av slitlagret med Heating eller infravärme
- Fräsning och inlastning av materialet i blandaren
- Tillsättning av bindemedel, stenmaterial eller massa
- Utläggning av massan genom skriden
- Packning med två vältar (stålvals- och gummihjulsvält)

Vid remixingstabilisering tillsätts bitumenemulsion eller mjukbitumen och vid behov massa eller stenmaterial. Metoden är utvecklad för återvinning in-situ (på plats) av mjukgjorda kalla och halvvarma beläggningstyper.



Bild 10-7 Inblandning (homogenisering) av beläggning i obundet bärlagergrus. Fräsdjupet var i den vänstra bilden 20 cm och i den högra bilden 40 cm. I fallet till vänster inblandades sedan 2,5 % emulsion.

10.3 Lagertjocklekar

Normala lagertjocklekar för de olika metoderna är:

- Kall remixing 0-10 cm
- Stabilisering: 0-20 cm
- Djupfräsning: 0-50 cm
- Remixingstabilisering: 0-8 cm

Vid stabilisering brukar en del av det gamla beläggningsslagret fräsas bort innan åtgärd i syfte att de obundna materialen skall komma med i våtfräsningen. Det finns även exempel på att hela beläggningsslagret, 10-15 cm, åtgärdats genom stabilisering.



Bild 10-8 Vägytan efter fräsning och packning.

10.4 Egenskaper hos färdig vägyta

Vägytan kan till en början vara mjuk och känslig för mekaniska påkänningar, speciellt nära vägrenarna eller där fukttinnehållet är högt. Efter några dygn hårdnar ytan till.

Härdningsprocessen är dock beroende av väderlek, fukttinhåll, typ av bindemedel, andel granulat och trafikarbete med mera. Både stabiliserade och remixade ytor går att trafikera efter packningen men ytan kan vid stabilisering till viss del vara täckt med löst stenmaterial varför sänkt hastighet rekommenderas.

Vid stabilisering är det bra om ytan får ligga öppen några veckor. Då får vattnet möjlighet att avdunsta och lagret hinner få ta del av efterpackningen (den tidiga spårbildningen) som sedan kan justeras vid påläggning av nästa lager. Normalt behöver stabilisering läggas över med en massabeläggning. På mindre vägar kan även tankbeläggningar användas. Stabiliserade ytor kan ha inslag av separationer med främst grovt stenmaterial, vilket leder till begränsad hållbarhet, och därför bör inte ytan ligga öppen för länge för trafik (ca en månad) innan slitlagret läggs. När cement inblandats kan ytan bli hårdare och mindre känslig för mekaniska påkänningar.

10.5 Förprovning, proportionering, produktions- och kvalitetskontroll

10.5.1 Allmänt

För att resultatet skall bli så bra som möjligt (optimalt) måste valet av åtgärd, typ av bindemedel, receptur m m grundas på en ordentlig **förprovning** av material från det aktuella objektet. Viktiga delar i en sådan undersökning är **provtagning och laborieprovning** av materialen. För att bedöma materialets sammansättning och lämplighet för återvinning behövs en relativt omfattande provtagning av materialen i vägen samt uppgifter om lagertjocklekar (2, 3, 5). Laborieprovningen bör innehålla följande steg i tillämpliga delar:

Karakterisering av befintliga material

- bindemedelshalt och kornkurva på extraherat material
- vatteninnehåll
- bedömning av stenmaterialet (typ och kornform)
- återvinning av gammalt bindemedel, penetration, mjukpunkt, viskositet
- packningskurva

Proportionering - framtagande av recept

- provpreparering
- hålrumshalt
- mekaniska egenskaper, t ex pressdraghållfasthet, styvhetsmodul, stabilitet
- vattenkänslighet
- frostbeständighet

Produktions- och kvalitetskontroll

- bindemedelshalt- och kornkurva på massaprov
- vatteninnehåll i materialet
- preparering av provkroppar från massaprov
- kontroll av mekaniska egenskaper, t ex pressdraghållfasthet, styvhetsmodul, stabilitet
- kontroll av vattenkänslighet

10.5.2 Provtagning

Valet av antalet prov bestäms av hur homogena förhållanden som råder på den aktuella vägen. Vägen bör delas upp i sektioner t ex efter beläggningstyp, skador eller historiska data om materialen och minst ett prov tas per kilometer väg (fler om inhomogena förhållanden råder). Provtagningen (provgröpar) bör minst omfatta det djup som avses att åtgärdas. Vid provtagningen är det viktigt att fastställa lagertjocklekar på asfalt och obundna material.

10.5.3 Karakterisering av befintliga material (vägmaterial)

Proverna bör analyseras med avseende på bindemedelshalt och kornkurva. Bindemedelshalten ligger till grund för valet av ny bindemedelsmängd medan kornkurvan avgör om nytt stenmaterial behöver blandas in. Vid hög andel finmaterial eller sandpuckel kan makadam behöva tillsättas. Om mycket höga finmaterialhalter (>20 %) förekommer kan objektet vara olämpligt för stabilisering om inte stenmaterial eller cement tillsätts.

Om spridningen (standardavvikelsen) mellan delproven är stor med avseende på bindemedelshalt, finmaterial- eller sandinnehåll bör åtgärden och arbetsreceptet ta hänsyn till detta. Det är möjligt att kompensera variationer i materialets sammansättning längs vägen genom att tillsätta makadam, fräsa bort beläggning eller korrigera bindemedelstillsatsen men om variationerna är alltför stora bör markinblandningsmetoder undvikas och andra åtgärder övervägas.

En okulär bedömning av stenmaterialet kan ge information om olämpliga (t ex glimmerrika) material förekommer eller om andelen okrossat material är stor. Något högre bindemedelshalt, cementinblandning eller inblandning av krossat material kan kompensera brister hos stenmaterialet.

På ett sammanslaget prov (vid homogena förhållanden) kan bindemedlets egenskaper undersökas efter återvinning på laboratoriet. Penetration, mjukpunkt och viskositet är egenskaper som beskriver bindemedlets egenskaper. Om bindemedlet uppvisar tecken på markant åldring kan t ex duktilitet och Fraass brytpunkt ge information om flexibilitet (kohesion) och lågtemperaturegenskaper.

Vid stabilisering bör bästa möjliga packningsförhållanden eftersträvas, dvs. vätskehalten (emulsion + vatten) i materialet bör ligga nära den optimala. En packningskurva framtagen genom tung instampning eller Marshallpackning kan ge information om optimala packningsegenskaper. På välgraderade material ligger den optimala vattenkvoten (eller vätskekvoten) nära 6 %.

10.5.4 Proportionering - framtagande av arbetsrecept

Allmänt

Jämförande provningar av labtillverkade provkroppar med varierande innehåll av bindemedel kan ligga till grund för en funktionellt inriktad proportionering som inriktar sig på studier av materialets egenskaper. Ett sammanslaget prov från vägen kan ligga till grund för proportioneringen. Exempel på egenskaper som kan vara relevanta att undersöka är:

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

- frys-töbeständighet
- täckningsgrad.

Förutom mekaniska tester och beständighet bör hållrumshalten och bindemedlets täckningsgrad på partiklarna ingå i provningsförfarandet.

Provprepareringen är viktig att styra upp eftersom det är många faktorer som kan inverka på resultatet. Blandningsförfarande, packningsmetod samt lagringstid och temperatur är parametrar som noggrant måste beskrivas i den här typen av provningssystem för bituminösa material som dessutom innehåller vatten.

Proportioneringsförfarande vid stabilisering eller remixing.

Proportioneringen görs på blandningar av vägmateriäl, bindemedel, vatten och eventuell tillsats av makadam och vatten. För att inte proven skall påverkas för mycket av större stenar eller klumpar bör inte maximal stenstorlek överstiga 22 mm. Normalt bör 3-4 blandningar testas genom dubbelprov. Vatteninblandningen bör motsvara vad som erhöles vid provtagningen eller anpassas till årstiden för den planerade åtgärden (lägre på sommaren och högre på hösten). Normalt tillsätts 2-3 % vatten. Den blandning som sammantaget har de bästa egenskaperna väljs. Vid relativt högt bindemedelsinnehåll kan stabiliteten bli kritisk medan vid lågt bindemedelsinnehåll beständigheten kan äventyras.

Om resultaten från de olika recepten jämförs fås en bra bild över hur pass känslig massan är för variationer i t ex bindemedels- eller makadaminnehåll. På så sätt kan proportioneringen ge viktig information om vilken betydelse en korrigering av arbetsreceptet har på egenskaperna hos det stabiliserade lagret. Vid utförandet brukar variationer i materialen (t ex där beläggningen lagats mycket) föranleda viss korrigering av arbetsreceptet.

10.5.5 Rekommenderade bindemedelshalter

Arbetsreceptet bör väljas utifrån resultatet från proportioneringen men med möjligheter till korrigeringar efter de erfarenheter som erhålls på vägen under produktionens gång. Om massan påverkas av variationer i den gamla beläggningen (fetare och torrare partier kan förekomma) bör bindemedelshalten anpassas efter detta, dvs sänkas eller höjas något.

Tillsatt bitumenmängd (restbitumen) för stabilisering (kall återvinning)

- återvinningsmassa för bärlager: 1,5-4,0 vikt-% bitumenemulsion eller 1,0-2,5 vikt-% skummat bitumen

Tillsatt bitumenmängd (restbitumen) för remixingstabilisering (halvvarm återvinning)

- återvinningsmassa för bärlager: 0,4-1,0 vikt-%
- återvinningsmassa för slitlager: 0,5-1,5 vikt-%

Rekommenderade restbitumenhalter avser halvvarm återvinning av mjukgjorda beläggningstyper (t ex OG, MJOG, MJAB, AEB). Bindemedlets viskositet samt graden av bindemedelsåldring och stenmaterialinblandning påverkar riktvärdet.

10.5.6 Produktions- och kvalitetskontroll

Produktions- och kvalitetskontrollen kan dels omfatta krav på bindemedelshalt, kornkurva och vattenkvot på massprov, dels krav på hålrumshalt, styvhetsmodul och vattenkänslighet på instampade provkroppar av massa.

Nivå 1

Krav på och kontroll av återvinningsmassa:

- bindemedelshalt och kornkurva
- vattenkvot

Nivå 2

Tester på instampade prov av återvinningsmassa:

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

Vid remixingstabilisering kan kravet på kvalitetskontroll även gälla för borrhärnor. Det brukar dock ta en tid innan hela borrhärnor erhålls (helst bör beläggningen ligga en sommar innan materialet härdat ordentligt) och erfarenheter har visat att egenskaperna med tiden förändras. Därför måste tidsaspekten tas med i en eventuell kravspecifikation. Vid stabilisering är det inte säkert att hela prov erhålls överhuvudtaget, bl a på grund av lägre bindemedelsinnehåll, och därför kan det vara mindre lämpligt att ställa krav på borrhärnor.

Vid kall och halvvarm återvinning på vägen påverkas massans eller beläggningens egenskaper av en rad faktorer såsom:

- Den gamla beläggningens sammansättning och beskaffenhet
- Andel obundet material och materialets sammansättning
- Fuktinnehåll
- Det nya bindemedlets hårdhet
- Tillsatt bindemedelshalt
- Temperaturen vid uppvärmning
- Inblandning av stenmaterial och vatten
- Packningsinsats
- Trafikarbete och tidpunkt på året för åtgärd
- Den åtgärdade beläggningens ålder

10.6 Rekommendationer till krav på färdig vägyta

Vid halvvarm återvinning på väg åtgärdas slitlager varför kraven bör vara desamma som för nyttillverkad, halvvarm massa. Vid kall återvinning/stabilisering avser åtgärden bärlager som läggs över med ett eller flera lager av asfalt eller tankbeläggning. Kraven bör jämföras med kraven för bärlager.

10.7 Erfarenheter av kall och halvvarm återvinning på plats

10.7.1 Användningsområden

Erfarenheterna av kall och halvvarm stabilisering eller remixing på plats är ännu så länge begränsade eftersom tekniken är förhållandevis ny i Sverige (3, 4, 5, 6, 7). Vid halvvarm remixing har framför allt äldre OG- och MJOG-beläggningar åtgärdats. Verksamheterna har huvudsakligen bedrivits i nordligaste Sverige där den här typen av beläggningar är vanliga och en lång erfarenhet av halvvarm återvinning i verk finns. I Finland har tekniken använts under längre tid och är etablerad. Halvvarm remixing har således använts vid återvinning av slitlager innehållande mjukbitumen eller oljegrus, dvs beläggningar som med hjälp av måttlig uppvärmning är relativt lätta att sönderdela och omblanda med inblandning av nytt bindemedel (mjukbitumen) eller ny massa.

Vid kall remixing/stabilisering har främst nedslitna lager av kalla beläggningstyper (blandningar av OG, AEBÖ, ALB, ytbehandling) åtgärdats genom inblandning av emulsion eller skummat bitumen baserade på hårdare bindemedel (B180 eller B370). I de fallen har det frästa lagret använts som bitumenbundet bärlager på lågtrafikerade vägar (ÅDT_t 500-1500 fordon per dygn). Slitlagret som lades efter ca 1 månad utgjordes av massabeläggning (både kall och varm massa har förekommit).

Vilka vägar är lämpliga för kall och halvvarm remixing/stabilisering?

Lågtrafikerade vägar med nedbrutna men någorlunda homogena beläggningar är lämpliga för markinblandningsmetoder. I viss mån kan inhomogena beläggningar kompenseras genom inblandning av stenmaterial, massa eller bindemedel. Detta kräver dock extra provningsinsatser och en noggrann styrning av produktionen. Hittills har främst kallblandade eller mjukgjorda beläggningstyper åtgärdats genom återvinning på plats.

10.7.2 Skador som kan uppkomma vid kall och halvvarm återvinning

De skador som är speciellt kopplade till kall och halvvarm återvinning på plats redovisas i tabell 10-1 och 10-2.

Tabell 10-1 Möjliga skador vid kall återvinning på plats.

Skadetyper	Möjlig orsak
Slaghål eller materialsläpp på nylagd yta, inhomogen yta	Separationer, hög stenhalt, enstaka grövre partiklar (kattsallar), låg bindemedelshalt
Instabil massa vid läggningen	För högt vatteninnehåll eller för hög finmaterialhalt
Torr massa (bindemedelsfattig)	Större fräsdjup än nominellt
Fet massa (bindemedelsrik)	Överlappning vid fräsning kan ge dubbel bindemedelsgiva

Tabell 10-2 Möjliga skador vid halvvarm återvinning på plats.

<i>Skadetyyp</i>	<i>Trolig orsak</i>
Plastiska deformationer	För mycket bindemedel i förhållande till bindemedlets viskositet, för litet grovt stenmaterial, olämplig kornform
Materialsläpp	För litet nytt bindemedel, olämplig kornform på stenmaterialet, dålig kompatibilitet mellan gammalt och nytt bindemedel, ojämn bindemedels- eller massainblandning
Ojämnheter på grund av tröglagd massa	För låg eller hög temperatur, hård beläggning



Bild 10-9 Slaghål på relativt nylagd kallstabiliserad yta. Innan beläggningen lades lagades slaghålen (vänster). Instabil yta på grund av högt fuktinnehåll och mycket finmaterial (höger).

10.7.3 Provvägar (kontrollsträckor) och materialegenskaper

Antalet dokumenterade försök av kall och halvvarm stabilisering/remixing är relativt litet. I mitten av 90-talet åtgärdades dock ett antal vägar i mellersta Sverige genom kall remixing/stabilisering. Vägarna har följts upp under fyra år och resultatet har hittills varit bra. I några fall åtgärdades enbart beläggningsslagret (ca 11 cm) medan vid några av objekten även en del av det undre obundna materialet frästes in i beläggningen. De gamla asfaltlagren, vilka var starkt nedslitna och sönderspruckna, utgjordes av oljegrus, indränkt makadam eller öppen asfaltemulsionsbeläggning samt lagningsmassor. En sammanfattning över de erfarenheter som erhållits ges i följande avsnitt.

Erfarenheter av kall remixing/stabilisering i region Mälardalen

Sommaren 1995 åtgärdades ett antal vägar inom region Mälardalen (5, 6, 7) genom markinblandning av bitumenemulsion (BE 60M/B180) i befintligt vägmateriäl. Vid åtgärderna användes en modern djupstabiliseringsfräs. Nominellt fräsdjup var 10 cm. Efter ca två veckors trafik på det stabiliserade lagret lades 4 cm ABT16 som slitlager.



Bild 10-10 Vägbanan innan åtgärd (övre vänster). Inblandning av bindemedel med djupfräs (över höger). Justering av det stabiliserade materialet (nedre vänster). Färdig väg efter det slitlagret lagts (nedre höger).

Provtagning och provning av befintligt vägmateriale innan åtgärd

Enligt förprovningsen utgjordes materialen (de övre 10 cm) av öppen asfaltemulsionsbetong (AEBÖ), indränkt makadam (IM) eller oljegrus (OG) samt i en del fall även bärlagergrus. De gamla beläggningarna hade innan åtgärd omfattande beläggningsskador, typ stripping och materialsläpp. Vägarna låg i intervallet 500-1500 fordon per dygn (ÅDT) med i några fall stor andel tung trafik. Innan åtgärd togs ett prov (övre 10 cm) per km väg. Proverna analyserades med avseende på bindemedelshalt och kornkurva.

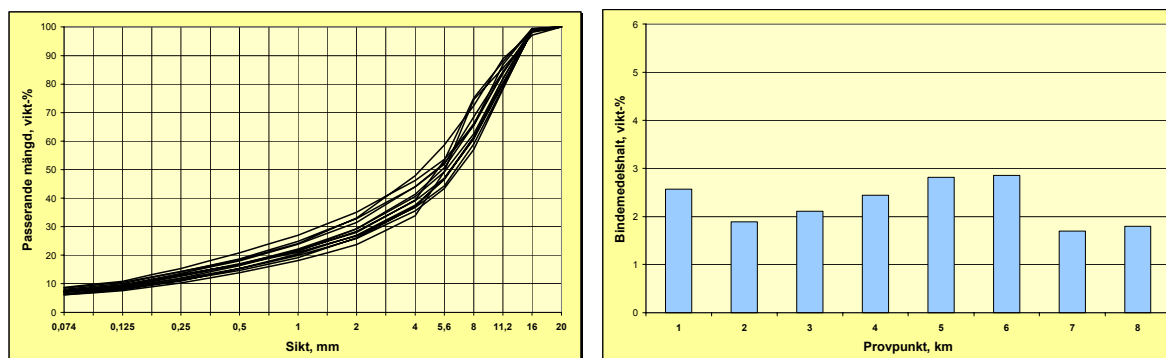


Bild 10-11 Kornkurvan och bindemedelshalten i materialet innan åtgärd.

I samband med proportioneringen av arbetsrecepten testades relevansen hos ett provningssystem framtaget för kalla massor. Det innebar att arbetsreceptet togs fram genom

jämförande tester av materialets hållrum, mekaniska egenskaper och beständighet hos laboratorietillverkade provkroppar med varierande halt nytt bindemedel enligt bild 10-12.

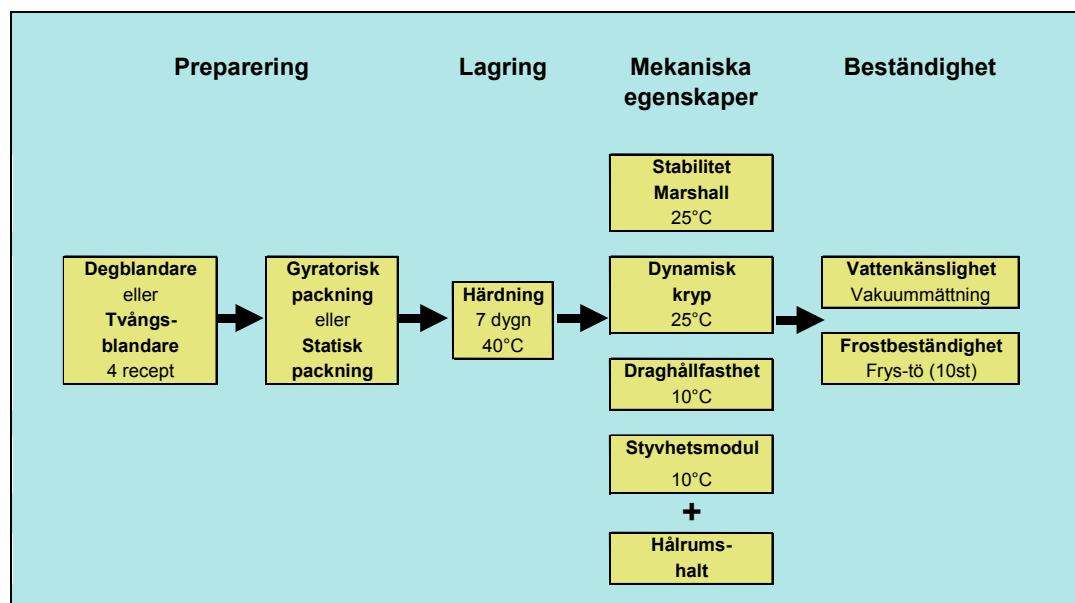


Bild 10-12 Provningsförfarande vid proportionering av kalla stabiliseringsmassor med emulsion eller skummat bitumen.

Resultat från proportioneringen

I bild 10-13 redovisas provningsresultaten från proportionering av massa med befintligt vägmateriel, vatten och emulsion. Materialen har testats vid tre bindemedelskvoter (2,0 3,0 och 4,0 % emulsion). Provkropparna tillverkades genom statisk packning och innan provningen lagrades de 7 dygn vid förhöjd temperatur, 40 °C.

Val av arbetsecept och kvalitetskontroll

På grundval av proportioneringen, samt med beaktande av bindemedelshalter och kornkurvor i befintligt material, valdes **3,0 % emulsion** BE 60M/B180 som lämplig mängd nytt bindemedel. Vid feta partier fick bindemedelshalten sänkas med 0,5 % och vid torra partier höjas med 0,5 %.

Kvalitetskontroll

Kvalitetskontrollen av massaproven visade att det stabiliserade lagret erhöll mindre halt nytt bindemedel än planerat, sannolikt beroende på att fräsdjupet blev större än det nominella på 10 cm. Provbörningen pekade i samma riktning, mot ca 14 cm i tjocklek. Bindemedelshalterna i åtgärdade lager hamnade mellan 2,9-3,4 % om halten gammalt och nytt bindemedel i materialet lades ihop.

Provtagning av borrhäror

Provbörningen drygt ett år efter åtgärd visade att i ca hälften av provpunkterna erhöles hela, provningsbara provkroppar och då företrädesvis i hjulspåren och där bindemedelsinnehållet var som störst. Labresultaten från borrhärororna stämde väl överens med förprovningen, speciellt för hållrumshalt, pressdraghållfasthet och vidhäftningstal. Styvhetsmodulen blev dock något högre för borrhärororna jämfört med de labtillverkade proven vid proportioneringen.

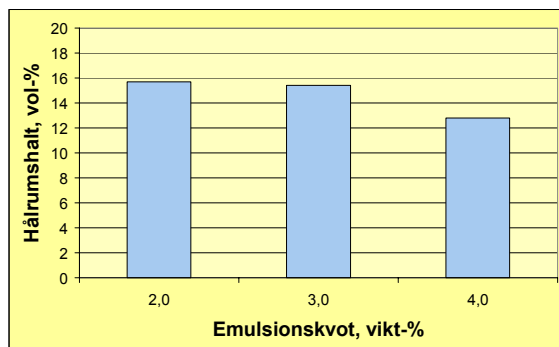
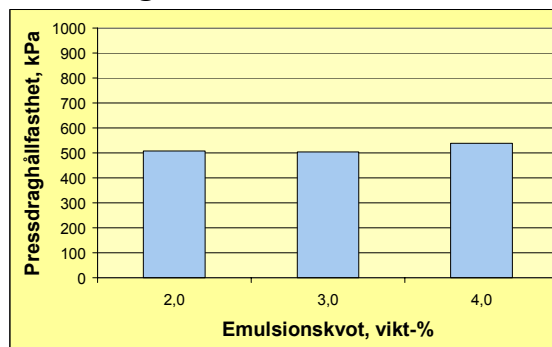
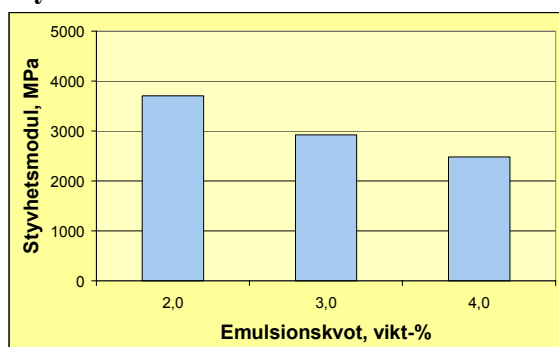
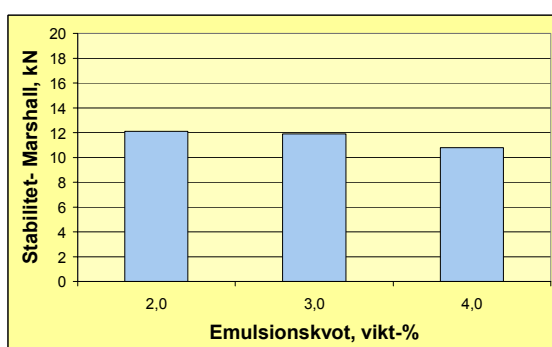
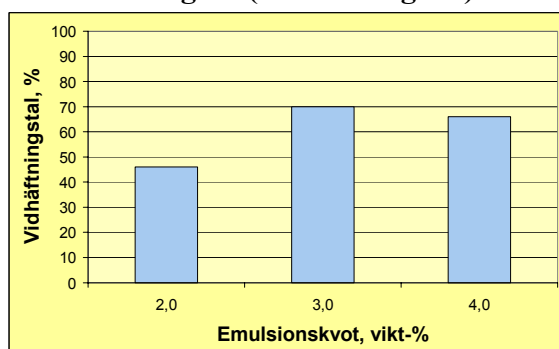
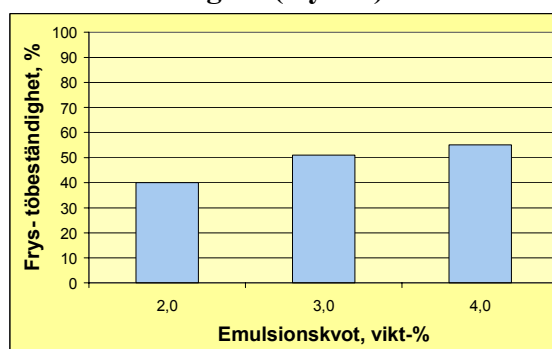
Hålrums halt**Pressdraghållfasthet****Styvhetsmodul****Stabilitet****Vattenkänslighet (vidhäftningstal)****Frostbeständighet (frys-tö)**

Bild 10-13 Resultat från funktionellt inriktad proportionering av kallblandad massa.

Vägytemätningar, bärighet och besiktning

Spårdjupen efter drygt ett års trafik låg mellan 2-6 mm med de högsta värdena för vägarna med störst antal tunga fordon. Det mesta av spårbildningen kunde härledas till efterpackning under den första sommaren. Mellan 1996 och 1999 var spårtillväxten låg för samtliga objekt (bild 10-14). Ojämnhetsmättet IRI låg mellan 1,3-1,8 mm/m, vilket innebar att vägarna klarade kravet för jämnhet i VÄG 94. Krökningsradien R, som vid fallviktsmätning beskriver påkänningarna i de övre lagren, pekade mot acceptabla bärighetsnivåer i det stabiliserade lagret. R låg mellan 100-200 m, d v s inom ett lämpligt intervall för vägar med förhållandevis måttliga trafikvolymmer.

Efter fyra års besiktningar hade inga skador observerats på sträckorna, förutom i ett fall där enstaka bärighetssprickor uppkommit. Innan åtgärd förekom omfattande sprickbildning och materialsläpp (slaghål).

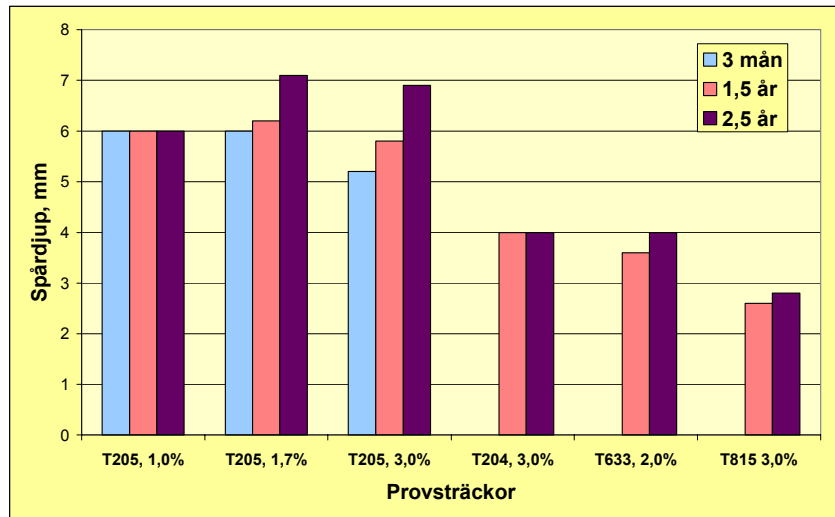


Bild 10-14 En sammanställning över erhållna spår djup enligt RST-mätningar.

Litteraturförteckning

1. Höbeda, Peet. "Stabilisering och modifiering av svaga vägöverbyggnader med bindemedel - val av bindemedel". VTI Meddelande 553, 1988.
2. Wirtgen. "Wirtgen Cold Recycling Manual", 1998.
3. Jacobson, Torbjörn. "Förstärkning av lågtrafikerade vägar genom inblandning av bituminösa bindemedel – Provvägar och laboratorieprovning, Huvudrapport". VTI Meddelande 666, 1991.
4. Jacobson, Torbjörn. "Förstärkning av lågtrafikerade vägar genom inblandning av bituminösa bindemedel. Uppföljning av äldre provvägar". VTI Notat 13-94, 1994.
5. Jacobson, Torbjörn. "Stabilisering/remixing av skadade beläggningar genom inblandning av bitumenemulsion. Skadeutredning, region Mälardalen". VTI Notat 14-1996.
6. Jacobson, Torbjörn. "Stabilisering/remixing av skadade beläggningar genom inblandning av bitumenemulsion". Lägesrapport 97.10. VTI Notat 58-1997.
7. Jacobson, Torbjörn och Hornwall, Fredrik. "Kall återvinning på väg genom inblandning av bituminösa bindemedel (stabilisering)". Lägesrapport 99-12. VTI Notat 1-2000.