

Kapitel 6

VAL AV ÅTERVINNINGSMETOD



Innehållsförteckning

6.1	INLEDNING	51
6.2	OBJEKTKATEGORIER	53
6.3	KLIMAT	54
6.4	OBJEKTSTORLEK	55
6.5	TILLSTÅNDSBEDÖMNING	55
6.5.1	VÄGYTANS TILLSTÅND.....	56
6.5.2	BELÄGGNINGENS TILLSTÅND	57
6.5.3	VÄGENS STRUKTURELLA TILLSTÅND.....	58
6.6	GRANULATETS EGENSKAPER	58
6.7	MELLANLAGER	59
6.8	METODURVAL	59
6.9	EKONOMI	59
6.10	MILJÖ	61
6.10.1	TRANSPORTER	61
6.10.2	ENERGIÅTGÅNG VID TILLVERKNING, LAGRING, TRANSPORT OCH UTLÄGGNING	62
6.10.3	MATERIALFÖRBRUKNING	62
6.10.4	SAMLAD MILJÖVÄRDERING	63
6.11	VÄRDERING AV FAKTORER FÖR VAL AV METOD	64
6.12	EXEMPEL	64
6.12.1	ALLMÄNT.....	64
6.12.2	EXEMPEL 1	65
6.12.3	EXEMPEL 2	71

6.1 Inledning

Avsikten med kapitlet är att påverka den som väljer metod att göra en ordentlig genomgång av objektet och de återvinningsmöjligheter som står till buds innan beslut om metod slutgiltigt fattas. Självfallet åligger det den som gör utredningen för metodvalet att så noggrant som möjligt ta reda på alla fakta och göra egna bedömningar med ledning av egna och andras erfarenheter. Det finns ingen facit, men ju noggrannare kartläggningar som görs och ju bättre man följer upp tillståndet på utförda åtgärder med olika återvinningsmetoder, desto bättre kommer valet att bli. Därmed kommer även åtgärds kvaliteten och underhållsekonomi att kunna förbättras.

Här förutsätts att ett objekt har fallit ut för åtgärd, att tillståndsvärdering hos objektet har gjorts och att någon typ av återvinning kan bli aktuell.

Överväg alltid återvinning vid val av åtgärd för beläggningsobjekt.

Det objekt som skall beläggas bör utredas och beskrivas så väl som möjligt i syfte att få fram en återvinningsbeläggning som är väl anpassad till objektets tillstånd och rådande förhållanden. **En utredning av objektet bör ske i god tid före det tänkta utförandet.** Då kan eventuella förberedande arbeten, såsom åtgärder för att förbättra objektets dränering och vattenavrinning, hinna bli utförda innan beläggningsåtgärden sätts in. **Kom också ihåg vid upphandling av entreprenör att ge tillräckligt med tid mellan beställning och utförande.** Då får entreprenören möjlighet att utföra materialanalyser och proportionering i lugn och ro för framtagande av bästa möjliga slutprodukt. **Om befintlig beläggning på ett objekt skall återvinnas till samma objekt bör upphandlingen helst ske året innan utförandet.**

Det bör noteras att vi här endast hanterar själva **asfaltbeläggningen och dess egenskaper**. För dimensionering av nya vägar hänvisas till 'VÄG 94' eller likvärdigt, och för förstärkning av gamla vägar hänvisas till gällande allmänna tekniska beskrivningar. Trafikbelastningen har stor betydelse för valet mellan återvinningsmetoder med avseende på användning av varm-, halvvarm- eller kall teknik. Detta beror bland annat på att högtrafikerade vägar och flygfält oftast kräver högvärdiga material, vilket vanligen begränsar användningen av andra metoder än varm teknik. Som framgår av bild 6-1, används varm teknik oftast där trafiken är att betrakta som hög, medan kall eller halvvarm teknik oftast används vid återvinning av massor på låg- och medeltrafikerade vägar. Det måste påpekas att varje återvinningsobjekt är av unik karaktär och därför skall varje objekt behandlas och utredas för sig.

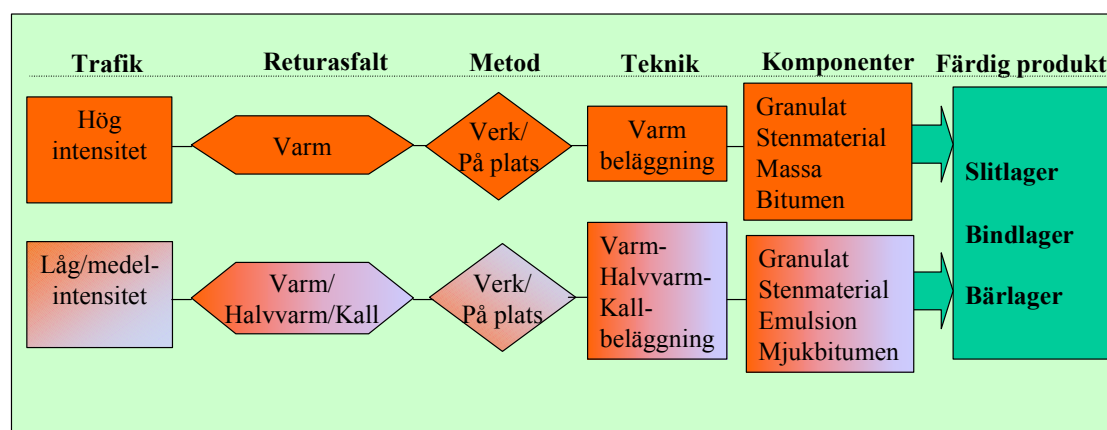


Bild 6-1 Principskiss för återvinning av asfalt.

Kapitlet är tänkt att ge viss vägledning vid val av återvinningsmetod. Indelning har gjorts i ett antal avsnitt som behandlar olika faktorer som man bör tänka på och ta hänsyn till vid valet. Endast de för objektet aktuella metoderna bör värderas. Hur det hela är tänkt att fungera redovisas i bild 6-2.

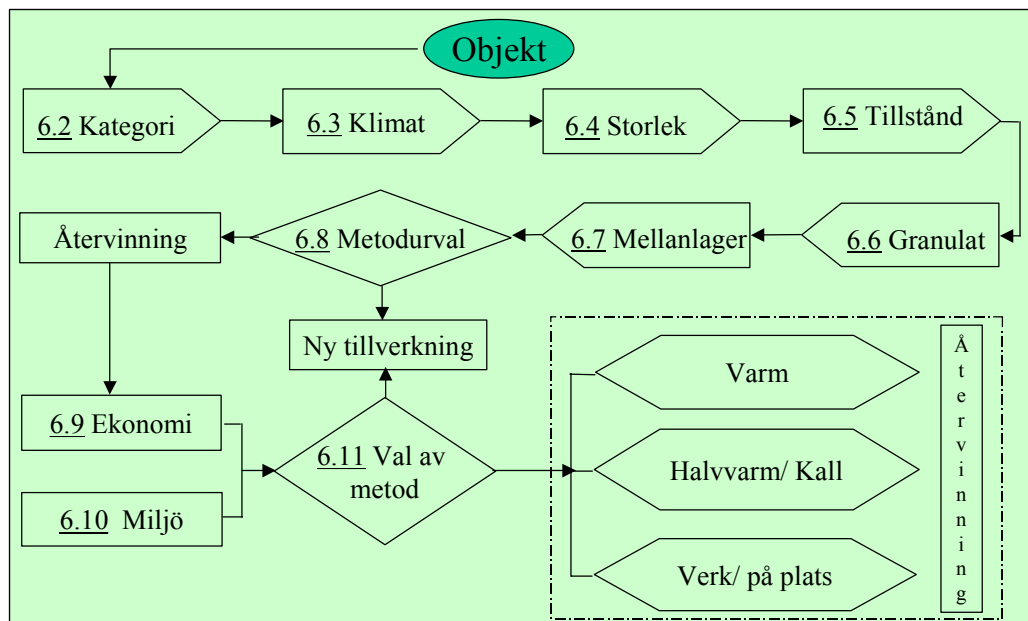


Bild 6-2 Flödesschema för val av metod.

I den första avdelningen av kapitlet, avsnitt 6.2-6.8, sorteras de återvinningsmetoder ut som bäst lämpar sig för det aktuella objektet. I den andra avdelningen, avsnitt 6.9-6.11, jämförs och värderas de aktuella återvinningsmetoderna med avseende på ekonomi och miljö. Jämförelse görs även med motsvarande metod där enbart jungfruliga material används. Det kan i vissa fall, där återvinning är ett tänkbart alternativ, visa sig att en massa tillverkad med nya material är att föredra framför en massa innehållande återvunnet material.

Återvinning av asfaltbeläggningar kräver, i ännu högre grad än vid nyttillverkning, noggrannhet och stor omsorg i alla led. Asfaltgranulat är en materialkomponent vars egenskaper kan variera beroende på bl a ursprung, ålder och borttagningsätt. **Det kräver noggrann karakterisering av granulatet och en mycket omsorgsfull proportionering där egenskaperna hos olika materialkombinationer förprovas innan det slutgiltiga receptet bestäms.** Massan måste "skraddarsys" så att beläggningen anpassas till de ingående materialens egenskaper och till rådande förhållanden på objektet.

För att underlätta för läsaren har två exempel i form av två fiktiva objekt lagts in i kapitlet. Exempel 1 ligger inom dubbel ram på blå botten och utgör en lågtrafikerad väg. Exempel 2 ligger inom dubbel ram på guldgul botten och innefattar en högtrafikerad stadsgata. Exempelen har placerats längst bak i kapitlet.

6.2 Objektkategorier

Det kan vara praktiskt för kommande resonemang att dela in objekten i olika kategorier beroende på användningsområde och trafiklast. Indelningen i kategorier framgår av tabell 6-1.

I tabellerna har återvinningsmetodernas lämplighet för användning inom de olika kategorierna visats översiktligt. **Grönt** betecknar som vanligt acceptans, **gult** kräver vidare utredning och **rött** innebär att metoden är mindre lämplig för kategorin. **Det bör betonas att tabellerna endast tar hänsyn till återvinningsbeläggningarnas erforderliga mekaniska egenskaper i förhållande till respektive kategori.**

Tabell 6-1 Återvinningsmetodernas lämplighet för olika objektkategorier.

Kategori	Objekttyp	Varm återvinning	Halvvarm återvinning	Kall återvinning
1	Gator och vägar ÅDTt > 4 000, Flygfältsbanor, Industriplaner, Busshållplatser, Signalkorsningar			
2	Gator och vägar ÅDTt 1 500 – 4 000			
3	Korsningar med trafik ÅDTt < 1 500 utsatta för mekanisk åverkan, Parkeringsplatser			
4	Gator och vägar ÅDTt < 1 500 Vägrenar, GC-vägar, Gårdsytor, Planer med liten trafik			

Lager av halvvarmt- eller kallt tillverkade beläggningssmassor blir normalt mjukare än lager som tillverkas av varmblandade massor. Det beror på att man vid halvvarm- och kall tillverkning brukar använda mjukare bindemedel för att massorna skall kunna hanteras lättare vid de lägre temperaturerna. Om återvinning av *asfaltgranulat från varmblandade massor* sker halvvarmt eller kallt blir dock beläggningen något styvare än vid motsvarande återvinning av *asfaltgranulat från halvvarma- eller kalla massor*. Bindemedlet i granulat från varmblandad returafalt är hårdare, vilket påverkar beläggningens styvhet. Mjukare massor har fördelen att de inte är lika känsliga för rörelser som hårdare massor och de har vanligen också en viss självläkande förmåga.

6.3 Klimat

Kritiskt för en beläggning är främst när tjälen går ur och de obundna lagren kan bli vattenanrikade. Då har vägkroppen den sämsta bärigheten och risken för sprickor från trafikbelastningen är stor. Ur klimatsynpunkt kan också extremt kalla och extremt varma perioder vara kritiska. Långa kalla vinterperioder kan leda till lågtemperatursprickor, och under varma perioder på sommaren kan plastiska deformationer uppkomma. Detta påverkar valet av bindemedel i beläggningssmassan, men har också betydelse för bedömningen av egenskaperna hos returafalten och för valet av metod. För ändamålet finns viss vägledning i avsnittet 6.6.3 'Val av bindemedel' i VÄG 94 och i kapitlen 7-11 i denna handbok. Allmänt gäller att kallare klimat kräver mjukare bindemedel, medan varmare klimat och tung trafik kräver hårdare. Hänsyn måste tas till bindemedlets hårdhet i granulatet, särskilt vid varm återvinning.

Mjukare beläggningar, som vanligen tillverkas i halvvarma- eller kalla processer, klarar de låga vintertemperaturerna bättre än hårda beläggningar. De passar bra på lågtrafikerade vägar och planer i kallt klimat och används därför i stor utsträckning i Norrland. De används också en hel del på lågtrafikerade vägar som har otillräcklig bärighet främst under tjällossningen.

Användning av kemiska medel mot isbildning kan påverka beständigheten hos asfaltbeläggningar. De kan ge bruksförluster, stenlossning och förtida nedbrytning. Beständigheten påverkas även av vatten och frys/tö-cykler, men den kan förbättras genom tillsättning av vidhäftningsmedel av olika slag. För beläggningar som återvinns halvvarmt är tillsats av vidhäftningsmedel vid tillverkningen nödvändig på grund av fukten, och i emulsionen, som används vid kall återvinning, fungerar de tillsatta emulgatorerna som vidhäftningsmedel.

Om isrivning utförs med tandade hyvelstål kan dessa allvarligt skada beläggningar med mjukare bindemedel. På ytor med halvvarm- och kall återvinning bör därför isrivning undvikas eller utföras med försiktighet.

6.4 Objektstorlek

Objektets storlek har också betydelse för valet av återvinningsmetod. En viss volym behövs t ex för att en verksetablering ska vara möjlig och en viss ytstorlek behövs för det ska bli möjligt att etablera en remixer. Med objekt avses här en grupp av beläggningar av samma typ inom ett begränsat geografiskt område. **Tabell 6-2**, som visar metodernas lämplighet i förhållande till objektstorleken, **utgår ifrån att en etablering är nödvändig**.

Eventuell koppling till andra objekt tänks igenom noga. Om volymen är liten kan det t ex innebära att uppställning av ett mobilt verk blir för kostsam. Finns det möjligheter att samordna andra objekt med objektet? Kan samordning ske med andra beställare i närområdet? Sådana kopplingar kan ha betydelse för metodvalet men även för pris och kvalitet.

Tabell 6-2 Objektstorlek.

Metod	Varm			Halvvarm		Kall			
	Verk	Re-paver m ²	Re-mixer m ²	Verk	Re-mixer m ²	Verk	Re-mixer m ²	Stabi-lise-ring	Granu-lat
< 500		< 5 000	< 5 000		< 5 000		< 5 000		
500-1 500		< 15 000	< 15 000		< 15 000		< 15 000		
1 500-2 500		> 15 000	< 25 000		> 15 000		> 15 000		
2 500-5 000			> 25 000						
5 000- 10 000									
> 10 000									

6.5 Tillståndsbedömning

Objektets tillstånd kan bedömas t ex enligt ”Bära eller Brista”. Om objektet är inhomogent avseende beläggningstyper eller tillstånd bör en indelning göras i

homogena delsträckor. Varje delsträcka bör då kartläggas för sig. Här bör noteras spårbildning, sprickor, ojämnheter m m, som har betydelse för val av nästa åtgärd. Det är t ex olämpligt att utföra remixing eller repaving på en väg med spår beroende på plastiska deformationer i beläggningsytan. Det kan också vara olämpligt att utföra varm återvinning av mycket åldrade beläggningar utförda med varmblandad asfaltmassa.

Använd inte remixing eller repaving på beläggningar med plastiska deformationer.

6.5.1 Vägytans tillstånd

Vägytans tillstånd för objektet är i dessa sammanhang speciellt viktigt om beläggningsytan ska återvinnas till samma objekt.

Spår

Spårtypen, svårighetsgraden och utbredningen bestäms. Om beläggningsytan är mycket spårig kan det ge stora kvalitetsvariationer på materialet vid alla typer av återvinning. Därför bör kraftig spårbildning föranleda särskild utredning, t ex enligt nedan, innan återvinningsmetod bestäms.

Spår beroende på nötning

Om stora *spår av nötning* uppstått under alltför kort tid, och ingen omfattande stenlossning kunnat konstateras, bör stenmaterialets kvalitet undersökas genom att analysera extraherat stenmaterial med avseende på kulkvarnsvärde enligt FAS Metod 259, sprödhetstal enligt FAS Metod 210 och petrografi. Alternativt kan nötningsresistensen provas med Prall-metoden på borrkärnor från objektet. Om stenmaterialets kvalitet är otillfredsställande för objektet bör det inte återvinnas i större andelar som slitlager på samma objekt eller på andra objekt med likvärdig eller större trafik. Om kraftig stenlossning är orsak till spåren bör det återvunna bindemedlets penetration eller mjukpunkt undersökas enligt 6.5.2.

Spår beroende på plastisk deformation

Om större spår beroende på *plastisk deformation* i beläggningsytan konstaterats bör beläggningsytan inte återvinnas med remixing eller repaving. Om befintlig beläggning är tänkt att läggas över bör deformationsresistensen undersökas på borrsprov enligt 6.5.2.

Spår beroende på otillräcklig bärighet

Vid *spår beroende på dålig bärighet* bör förstärkningsåtgärd utföras innan nytt slitlager läggs. Om man av något skäl inte har möjlighet att utföra en fullgod förstärkning bör slitlagret utföras med ett flexibelt material. Därvid kan kall- eller halvvarm återvinning vara att föredra om inte andra faktorer talar emot.

Bitumenåldring/förhårdning

Bitumen hårdnar genom avgång av lätta oljor och oxidering p g a luftens syre. Vid varm tillverkning sker en stor del av förhårdningen av bindemedlet i tillverkningshanteringen. Därför bör tillverkningsstemperaturen hållas under noggrann uppsikt. Hårdningen i färdig beläggning med högt hålrum går snabbare än i tät beläggning.

Sprickor

Sprickor med olika ursprung är vanliga företeelser i asfaltbeläggningar. Tvärgående sprickor som uppkommit utan synbar anledning kan vara lågtemperatursprickor eller orsakade av variationer eller rörelser i undergrunden. Sprickbildning av typen

krackelering tyder vanligen på dålig bärighet om den uppträder i hjulspåren. Om krackelering uppstått även vid sidan av hjulspåren, kan det vara ett tecken på termisk sprickbildning beroende på att bindemedlet är kraftigt åldrat. I detta fall bör återvunnet bindemedel undersökas med avseende på penetration eller mjukpunkt. Se vidare under 6.5.2.

Ojämnheter

Ojämnheter kan påverka valet av återvinningsmetod. Om vägen är alltför ojämn kan sammansättningen på granulatet efter fräsning bli ojämn eftersom fräsdjupet i beläggningen kommer att variera, och därmed kommer olika materiallager med i varierande omfattning. Av samma skäl kan också återvinning på plats ge ojämn kvalitet som slutresultat.

Övriga beläggningsskador

Andra typer av beläggningsskador definierade enligt 'Bära eller Brista' är:

- Separation Kan leda till beständighetsproblem.
Kontrollera beständigheten enligt 6.5.2.
- Blödande beläggning Kan leda till plastiska deformationer.
Kontrollera deformationsresistensen enligt 6.5.2.
- Stensläpp Kontrollera beständigheten enligt 6.5.2.
- Åldrad beläggningssyta Undersök bindemedlets egenskaper enligt 6.5.2.

6.5.2 Beläggningens tillstånd

Beläggningstjocklek och beläggningstyper

Beläggningens lageruppbyggnad och tjocklek är av betydelse för metodval, dimensionering m m. Beläggningstyperna och tjockleken kan bestämmas genom materialanalyser eller genom kontroller i beläggningens liggare, vägdatatabank eller dylikt. Då och då händer det att man vid fräsning upptäcker att beläggningen inte är så tjock som den borde vara enligt handlingarna, vilket förorsakar problem dels med kvaliteten och dels med materialförsörjningen. Därför bör beläggningens totala tjocklek bestämmas genom uttagning av borrhov eller genom georadarmätning vid osäkerhet. Beskrivning av lagren kan göras från vägytan och nedåt, t ex enligt tabell 6-3.

Tabell 6-3 Befintlig beläggning, tjocklekar m m .

Lager nr	Tjocklek i mm	Beläggningstyp	B-halt i %	B-medeltyp	Hålrums-halt i %	Anmärkning
1						
2						
3						
n						
Lager 1-n						

Deformationsresistens

Om tillståndsbedömningen påvisar risk för plastiska deformationer i lager som ska läggas över görs en utredning avseende lagrets deformationsegenskaper. Den kan

utföras med hjälp av statiskt krypförsök enligt VTI särtryck 226-1994 och dynamiskt krypförsök enligt FAS Metod 468 eller genom provning med annan tillförlitlig metod. Om dålig deformationsresistens konstateras bör återvinning på plats undvikas. Det deformationskänsliga lagret bör tas bort och kan därefter återvinnas i verk.

Beständighet

Vid stenlossning, omfattande sprickbildning eller andra beständighetsskador som kan tyda på åldrat bindemedel bör det återvunna bindemedlets egenskaper undersökas. Återvunnet bindemedel kan provas med avseende på penetration enligt FAS Metod 337 eller mjukpunkt enligt FAS Metod 338. Beständigheten kan undersökas genom provning av vattenkänslighet på borrhärnor enligt FAS Metod 446.

6.5.3 Vägens strukturella tillstånd

Objektets bärighet kan bestämmas med hjälp av fallviktsmätning, och/eller genom analys av tjocklek och egenskaper hos befintliga lager eller med ledning av tillståndsutvecklingen hos vägen. Mera om detta finns i VÄG 94 och andra tekniska beskrivningar.

Om en väg med otillräcklig bärighet av något skäl måste förses med nytt slitlager, utan föregående förstärkningsåtgärd, bör kall- eller halvvarm återvinning prioriteras för att beläggningen skall få så bra flexibilitet som möjligt såvida inte andra faktorer talar emot.

6.6 Granulatets egenskaper

Bindemedlets egenskaper i granulatet har stor betydelse för kvaliteten hos en återvunnen asfaltbeläggning, särskilt vid varm återvinning. Om bindemedlet är kraftigt åldrat har det förlorat det mesta av sina elastiska egenskaper. Om det åldrade standardbindemedlet har lägre penetration än 30 börjar bindemedlets flexibilitet avta och det ifrågasätts om bindemedlet kan tillgodoräknas i full utsträckning vid varm återvinning. Effekterna av ett mycket åldrat bindemedel bör utredas i varje enskilt fall och vid låg flexibilitet rekommenderas låg tillsats av granulat till varmblandad massa.

Bindemedelshalten har också stor betydelse. Om den är hög i förhållande till avsedd massatyp kan nytt stenmaterial behöva tillsättas för att nytt bindemedel i tillräcklig mängd ska kunna tillsättas, speciellt vid kall och halvvarm tillverkning. Om bindemedelshalten å andra sidan är mycket låg ligger granulatet närmare ett grusmaterial och en större inblandning av nytt bindemedel krävs.

Om andelen obundet *stenmaterial* är stor i granulatet kan det vara svårt att proportionera en fullgod varmblandad asfaltmassa med likvärdiga egenskaper som ny massa. Sandavskiljning kan bli nödvändig vilket fördyrar processen. För återvinning i slitlager är det viktigt att stenmaterialet i returafalten har erforderlig kvalitet, speciellt på högttrafikerade vägar. Ju större inblandning man har av returafalt desto större betydelse får förstås kvaliteten hos returafalten för det nya lagrets prestanda. Liten inblandning av asfaltgranulat i ny massa ger således vanligtvis inga nämnvärda skillnader i prestanda. Tillsatser på 20-30 % asfaltgranulat vid varm tillverkning i verk har visat sig kunna ge motsvarande prestanda som nytillverkad massa med enbart jungfruligt material. Erfarenheterna från varm återvinning i Sverige är dock ganska få och de varmt återvunna beläggningarna är fortfarande ganska unga.

6.7 Mellanlager

Tillgången på returafalt har avgörande betydelse vid val av metod. I en del fall kan objektets beläggning återvinnas till samma objekt antingen direkt genom återvinning på väg, eller efter fräsning/uppbyggnad och mellanlagring i tillfälliga upplag. I andra fall kan granulat gå från fräsning eller uppbyggnad till mellanlagring under längre tid före återvinning. När lämpliga objekt blir aktuella för åtgärd och resurser finns används den mellanlagrade returafalten för återvinning. Eftersom olika återvinningsmetoder använder olika stor andel returafalt vid återvinning måste metoden anpassas efter tillgången på returafalt av passande kvalitet för objektet.

6.8 Metodurval

Med ledning av utfallet för respektive objekt i avsnitten 6.2-6.7 sorteras de tänkbara återvinningsmetoderna ut. I tabell 6-4 kan en sammanställning av utfallet för objektet göras. De passande metoderna för objektet kan lämpligen markeras med grön ruta, de tveksamma med gul ruta och de mindre lämpliga med röd ruta.

Tabell 6-4 Lämpliga metoder, sammanställning.

Återvinningsmetod	Kategori	Klimat	Storlek	Tillstånd	Granulat	Mellanlager
Varm ÅA vid verk						
Varm Remixing						
Varm Repaving						
Halvvarm ÅA vid verk						
Halvvarm Remixing						
Kall ÅA vid verk						
Kall Remixing						
Stabilisering						
Utläggning av granulat						
Nyttillverkning halv						
Nyttillverkning varmt						

I en del fall är det möjligt att man redan här kommit underfund med att återvinning inte är ett bra alternativ. Då kan processen avbrytas här, men naturligtvis kan det ändå vara intressant att göra en miljövärdering och en årskostnadsberäkning.

6.9 Ekonomi

Det som i många fall är avgörande för metodvalet är ekonomin. Eftersom olika metoder kan ge olika kostnader och livslängder hos de tillverkade produkterna bör en ekonomisk jämförelse ske på årskostnadsbasis. ***Därvid måste priset för produkten antas, bestämmas eller värderas och livslängden får uppskattas utifrån egna eller andras erfarenheter och kunskaper.*** En enkel uppskattning genom nuvärdesberäkning kan utföras enligt nedan och redovisas t ex enligt tabell 6-5.

Tabell 6-5 Beräkning av årskostnad för olika återvinningsmetoder.

Återvinningsmetod	Åtgärds- pris (I) kr per m ²	Beräk- nad livs- längd i år	Under- hållskost- nad (U) kr/ m ²	Kalkyl- ränta (R) i %	Nuvär- dekost- nad i kr/ m ²	Annuitet (N) kr per år och m ²	Rang- ord- ning
Varm ÅA vid verk							
Varm Remixing							
Varm Repaving							
Halvvarm ÅA vid verk							
Halvvarm Remixing							
Kall ÅA vid verk							
Kall Remixing							
Stabilisering							
Utläggning av granulat							
Nyttillverkning halv							
Nyttillverkning varmt							

För jämförelsen beräknas annuiteten som är nuvärdet dividerat med annuitetsfaktorn. Beräkningsgång:

- ◆ Åtgärdspriset per kvadratmeter tas från offert eller uppskattas.
- ◆ Åtgärdens livslängd fram till nästa större åtgärd uppskattas.
- ◆ Tidpunkt och kostnad/m² för ev förebyggande underhåll under livslängden bestäms.
- ◆ Kalkylräntan bestäms. Påverkande faktorer på kalkylräntan är marknadsräntan, kapitaltillgången och investeringens risknivå. Vägverket brukar använda 4-5 %.
- ◆ Nuvärdet beräknas med formeln:

$N = I + U/(1+R)^t$ där:

- N = Nuvärdet
- I = Åtgärdspriset (investeringen)
- U = Underhållskostnaden
- R = Kalkylräntan
- t = tiden till ev underhållsåtgärd.

- ◆ Nuvärdefaktorn $1/(1+R)^t$ hämtas i tabell 6-27 i bilaga 1. Ingångsvärden är kalkylränta och tid.
- ◆ Annuiteten beräknas genom att dividera Nuvärdet med annuitetsfaktorn, som hämtas i tabell 6-28 i bilaga 1. Ingångsvärden är kalkylränta och livslängd.

Genom att jämföra annuiteten för olika metodalternativ kan det mest ekonomiska alternativet väljas. Det bör påpekas att bedömning av livslängd på en åtgärd innan den är utförd är en svår uppgift. Ingen kan vara säker på det rätta svaret förrän åtgärdens livslängd uppnåtts och nästa åtgärd utförs. Olika åtgärder och metoder kan också påverka beläggningsens *restvärde* och *valet av nästa åtgärd*. Därför borde egentligen jämförelsen göras i ett ännu längre tidsperspektiv än vad som görs här. Det gäller för bedömaren att nyttja sina egna och andras erfarenheter av beläggningar utförda med de

olika metoderna. Det allra bästa är om man har tillgång till någon form av statistik. **Varje beställare bör se till att han har statistiska uppgifter för effekter, priser och livslängd för olika åtgärder och metoder i sin vägdatabank.** Det underlättar valet av åtgärd och valet av återvinningsmetod och kan öka kostnadseffektiviteten i väghållningen.

6.10 Miljö

En svår avvägning är hur miljökostnader och miljövinster ska värderas. Hur ska en minskad åtgång av naturresurser betraktas och hur ska miljöeffekterna av minskade transporter värderas? Hur ska man väga en faktisk reell kostnad mot en hypotetisk kostnad för miljön? Frågorna är inte lätta att besvara och en beräkningsmodell med prissatta miljökostnader vore ett utmärkt verktyg. Den delen lämnas här öppen så att var och en kan göra sina egna värderingar av tänkbara alternativ och lösningar. ***Dock bör vid upphandling av entreprenader anges hur värderingen av anbud kommer att utföras ur miljösynpunkt.*** I följande avsnitt redovisas några enkla tabeller för sammanställning av erforderliga transporter, energiåtgång vid olika arbetsmoment och förbrukning av material.

Undersök miljökonsekvenserna vid val av återvinningsmetod.

6.10.1 Transporter

Objektets läge har betydelse för transportlängder till befintliga verk, men även till närbelägna materialtäckter och förstås avstånd till eventuella mellanupplag av returafalt. En inventering av avstånd till fasta eller mobila verk bör utföras eftersom det kan ha stor betydelse för valet av metod. Även avståndet till och storleken på eventuella tillgångar av asfalt i upplag bör kartläggas, liksom avstånd till och egenskaper hos närbelägna berg- och grustäckter. Gör ett antaget arbetsrecept med en antagen inblandningsmängd av gammalt material. Redovisa inventeringen t ex i princip enligt tabell 6-6. Gör en värdering av transportbehoven för alternativa metoder. Jämför även med transportbehovet för motsvarande tillverkning med jungfruligt material. Siffrorna avseende transportbehov omvandlas till energi i avsnitt 6.10.2.

Tabell 6-6 Transporter vid återvinning.

Transportbehov	Mängd att transportera ton	Km	Antal ton-kilometer
Återvinningsmetod			
Massa från tillverkning till objekt			
Gammal asfalt från upplag			
Materialtransporter			
Summa transporter			
Nyttillverkning			
Massa från tillverkning till objekt			
Materialtransporter			
Summa transporter			

6.10.2 Energiåtgång vid tillverkning, lagring, transport och utläggning

Olika processer kräver olika mycket energi från råvara till färdig produkt. Med ledning av värden för energiåtgången per ton för de olika arbetsmoment som ingår i en återvinningsprocess kan energiåtgången för olika processer beräknas. I tabell 6-7 kan aktuella siffror för de olika delmomenten i processen anges.

Energiförbrukningen är föränderlig över tid och varierar kraftigt från enhet till enhet. **Avsikten är att läsaren själv skall ta reda på och sätta in egna aktuella siffror för energiåtgången på de enheter som är aktuella vid olika projekt.** På så sätt drivs utvecklingen mot ett bättre vetande inom miljöområdet och valet av metod kommer framgent att kunna ske med ett bättre kunskapsunderlag. Användaren kan själv komplettera och uppdatera tabellen efter de egna behoven.

Tabell 6-7 Energiåtgång vid fräsning, tillverkning, lagring och utläggning.

Delmoment	Mängd att tillverka ton	Energiåtgång per ton MJ	Energiåtgång MJ
Asfaltfräs			
Transport			
Lagring och bearbetning granulat			
Varm ÅA vid verk			
Varm remixing			
Varm repaving			
Halvvarm ÅA vid verk			
Kall ÅA vid verk			
Kall remixing			
Stabilisering			
Utläggning av granulat			
Nyttillverkning varmt			
Nyttillverkning halvvarmt			
Nyttillverkning kallt			
Utläggning			
Packning			

6.10.3 Materialförbrukning

Åtgången av jungfruliga naturresurser som inte är förnybara bör tas i beaktande vid val av metod. Genom att jämföra olika alternativ med hänsyn till resursförbrukningen erhålls ett bra jämförelsematerial. Resursåtgången kan t ex kartläggas enligt tabell 6-8. Givetvis är det bara de metoder som är tekniskt lämpliga för objektet som ska jämföras.

Tabell 6-8 Miljövärdering av materialförbrukning.

Återvinningsmetod	Sten-material ton	Binde-medel ton	Övrigt mtrl ton	Miljövärdering poäng	Rangordning
Varm ÅA vid verk					
Granulat					
Varm Remixing					
Varm Repaving					
Halvvarm ÅA vid verk					
Halvvarm Remixing					
Kall ÅA vid verk					
Kall Remixing					
Stabilisering					
Utläggning av granulat					
Nyttillverkning med nytt mtrl					

6.10.4 Samlad miljövärdering

Jämförelsen kan mynna i en samlad miljövärdering efter projektörens/utredarens/beställarens miljöpreferenser, t ex en minimering av energiåtgång eller åtgång av nytt material eller en kombination av dessa. Det är viktigt att framhålla att jämförelsen bör ske över tid. Olika återvinningsprodukter kan ha olika teknisk livslängd. Genom en uppskattning av livslängd för de olika alternativen kan jämförelsen göras på årsbasis, d v s miljöpoäng/år/produkt. För jämförelsens skull bör värden tas fram även för motsvarande nyttillverkade produkter med enbart jungfruliga material. Tabell 6-9 kan användas vid en jämförelse där en enkel rangordning av de olika metoderna kan göras för aktuellt objekt.

Tabell 6-9 Miljövärdering av olika återvinningsmetoder.

Återvinningsmetod	Material-förbrukning	Energi-förbrukning	Miljövärdering poäng	Värderad livslängd år	Objektvärdering poäng/år	Rangordning
Varm ÅA vid verk						
Varm Remixing						
Varm Repaving						
Halvvarm ÅA vid verk						
Halvvarm remixing						
Kall ÅA vid verk						
Kall Remixing						
Stabilisering						
Utläggning av granulat						
Nyttillverkning						

6.11 Värdering av faktorer för val av metod

För att få en överblick över de överväganden som gjorts i avsnitten 6.9-6.10 kan tabell 6-10 användas. I tabellen kan den rangordning som erhållits för varje faktor och metod föras in och en summering per metod kan utföras. Summorna kan sedan rangordnas och den lägsta siffran blir då det bästa alternativet med de givna/antagna förutsättningarna. I tabellen finns även en kolumn för livslängd med som jämförelse. Hänsyn till livslängden har dock redan tagits vid de tidigare rangordningarna.

Tabell 6-10 Sammanställning av värderingsfaktorer.

Metoder för återvinning av returafalt	Värderingsfaktorer				
	Ekonomi	Miljö	Summa rangordning	Slutlig rangordning	Livslängd
Varm ÅA vid verk					
Varm remixing					
Varm remixing plus					
Repaving					
Halvvarm ÅA vid verk					
Halvvarm remixing					
Kall ÅA vid verk					
Kall remixing					
Stabilisering					
Utläggning av granulat					
Varm vid verk, ny					
Halvvarm vid verk, ny					

Det är upp till projektören/beställaren att värdera de olika faktorerna som påverkar valet av metod. I vissa fall kan *en* faktor vara helt avgörande för valet.

Det kan finnas skäl till att prioritera vissa faktorer framför andra vid bedömningen. I ett område med dålig tillgång på stenmaterial kan det t ex vara lämpligt att prioritera minsta möjliga uttag av nytt stenmaterial. Varje användare får göra sina egna prioriteringar beroende på omständigheterna.

6.12 Exempel

6.12.1 Allmänt

Exemplen kommer i följande avsnitt att tas upp och diskuteras och resultaten kommer att föras in i tabeller i enlighet med avsnitten 6.2-6.11, och som lämpar sig för de här fiktiva objekten.

Det bör understrykas att värden avseende bl a priser och livslängder för olika åtgärder endast är hypotetiska och tjänar bara syftet att illustrera exempel. Det är upp till varje läsare att sätta in egna siffror med ledning av fakta, erfarenheter och bedömningar för varje objekt och varje metod.

6.12.2 Exempel 1

Exempel 1

- Objekt: Hysta-Arkhyttan, ca 5 km, vägbredd 6 m.
- Klimatzon: 3.
- Trafik: ÅDTt ca 900 fordon, varav ca 15 % tunga fordon.
- Befintlig beläggning är 100 kg/m² ABT 16, ca 15 år gammal. Penetrationen i återvunnet bindemedel från returafalten var 35.
- Stora spår upp till 70 mm p g a dålig bärighet och omfattande krackelering.
- Avstånd till fast asfaltverk ca 40 km.
- Avstånd till grustäkt ca 40 km.
- Inga upplag av returafalt finns i närheten men en möjlig upplagsplats finns i anslutning till objektet.
- Vägen saltas inte och vinterdriften består av snöröjning genom plogning.

Med ledning av tillståndsbedömningen har det bestämts att beläggningen skall fräsas bort, vägen skall förstärkas med 15 cm obundet bärlager och returafalten ska återvinnas i nytt slitlager med tjocklek 40 mm, således ca 100 kg/m². Ca 10 % obundet material bedöms komma med i fräsgranulatet.

Objektkategorier

Exemplet hamnar i kategorin ÅDTt < 1 500 fordon, varför såväl varm-, halvvarm- som kall återvinning kan accepteras. Återvinning på plats var inte möjlig i exemplet eftersom fräsning och en förstärkningsåtgärd i form av 150 mm obundet bärlager angivits i förutsättningarna.

Klimat

I exemplet med klimatzon 3, konventionell snöröjning och ingen saltning är såväl varm-, som halvvarm- och kall återvinning tänkbara.

Objektstorlek

Objektstorleken i exempel 1 är 5 000 x 6 m = 30 000 m², och ca 3 000 ton massa. Enligt förutsättningarna var endast återvinning vid verk aktuell i detta fall. Eftersom ett varmverk redan finns etablerat är varm återvinning vid verk ett möjligt alternativ här liksom uppställning av ett mobilt verk för kall- eller halvvarm återvinning.

Tillståndsbedömning

I exemplet hade beläggningen stora deformationsspår. Det medför att medföljande grusmaterial från obundna lager inte kan undvikas vid fräsningen. Detta kan ge problem i första hand vid varm återvinning i verk.

Tabell 6-11 Befintlig beläggning, tjocklekar m m, exempel 1.

Lager nr	Tjocklek i mm	Beläggningstyp	B-halt i %	B-medels-typ	Hålrums-halt i %	Anmärkning
1	40	ABT 16	5,7	B 180 (160/220)	4,0	Hysta-Arkhyttan
Lager 1-n	40					

I exemplet fanns en beläggning med omfattande krackelering. Analyser av det återvunna bindemedlet från returafalten visade en penetration på 35. Granulatet kan således användas även till varm återvinning.

I exemplet hade dålig bärighet konstaterats. Enligt projekteringen skall dock vägen förstärkas med 15 cm bärlager och därigenom antas bärigheten bli fullgod. Därmed kan alla metoderna vara acceptabla ur bärighetssynpunkt.

Granulatets egenskaper

I exemplet kom ca 10 % obundet material med vid fräsningen, vilket kan vara till nackdel för varm återvinning vid verk. Penetrationen i återvunnet bindemedel från granulatet var 35, vilket medför att alla metoderna är acceptabla ur den aspekten.

Mellanlager

I exempel 1 finns tillräckligt med returafalt för att täcka objektets behov oavsett metod. Användning av granulat i upplag bör prioriteras.

Metodurval

De passande metoderna för våra exempel har fått grön färg markerade, de tveksamma gul färg och de mindre lämpliga röd färg.

Tabell 6-12 Lämpliga metoder, exempel 1.

Återvinningsmetod	Kategori	Klimat	Storlek	Tillstånd	Granulat	Mellanlager
Varm ÅA vid verk						
Halvvarm ÅA vid verk						
Kall ÅA vid verk						
Nyttillverkning halv						
Nyttillverkning varmt						

I exempel 1 styrdes metodvalet av exemplrets förutsättningar. Genomgången visar att såväl kall- och halvvarm som varm återvinning vid verk är tänkbara liksom nyttillverkning vid verk.

Ekonomi

De inlagda priserna och livslängderna är hypotetiska och gäller bara för att illustrera de redovisade exemplen.

Tabell 6-13 Beräkning av årskostnad för olika återvinningsmetoder.

Återvinningsmetod	Åtgärds- pris (I) kr per m ²	Beräk- nad livs- längd i år	Under- hållskost- nad (U) kr/ m ²	Kalkyl- ränta (R) i %	Nuvär- dekost- nad i kr/ m ²	Annuitet (N) kr per år och m ²	Rang- ord- ning
Varm ÅA vid verk	50	15		5	50	4,82	2
Halvvarm ÅA vid verk	37	13	11 (7år)	5	44,82	4,77	1
Kall ÅA vid verk	32	11	11 (6 år)	5	40,21	4,84	3
Nyttillverkning halv	42	13	11 (7 år)	5	49,82	5,30	4
Nyttillverkning varmt	55	15		5	55	5,30	4

Siffrorna inom parentes i tabellen avser det antal år efter åtgärden som en underhållsåtgärd måste sättas in.

I exemplet blir halvvarm återvinning vid verk något fördelaktigare än kall återvinning vid verk om man ser till annuiteten under åtgärdens livslängd, men övriga metoder ligger mycket nära. Som tidigare nämnts gäller detta bara på vårt exemplifierade objekt med där gjorda antaganden. För kall- och halvvarm tillverkning har i detta fall en underhållsåtgärd bestående av Y1B lagts in efter 7 år.

Miljö

Transporter

I exemplet erhålls ca 3 000 ton grusblandat granulat efter fräsning. Om varm återvinning skall användas måste returafalten köras 40 km, återvinnas i verk och köras tillbaka. I det fallet får man också ett överskott på objektet eftersom en tillsättning på max 20 % är realistisk för ett slitlager vid varm återvinning i verk. Det blir därmed ett överskott på ca 2 400 ton returafalt. För kall- och halvvarm återvinning kan man räkna med en 10-procentig inblandning av nytt stenmaterial, vilket brukar vara vanligt på objekt med de här förutsättningarna. Transportsträcka för mobilt verk antas bli 5 km. Bilen förutsätts köra tom i ena riktningen.

Ur transportsynpunkt är i vårt exempel utan tvekan ett alternativ med halvvarm- eller kall återvinning med uppställning i anslutning till objektet det bästa alternativet.

Tabell 6-14 Transporter vid återvinning.

Transportbehov	Mängd att transportera ton	Km	Antal ton-kilometer
Varm återvinning i verk	3 000	80	240 000
Gammal asfalt från upplag	3 000	80	240 000
Materialtransporter	0		0
Summa transporter			480 000
Kall o halvvarm återvinning i verk	3 000	10	30 000
Gammal asfalt från upplag	3 000	10	30 000
Materialtransporter	300	80	24 000
Summa transporter			84 000
Nyttillverkning massa vid verk(samma uppställningsplats antas som för varm ÅA i verk)	3 000	80	240 000
Materialtransporter	0		0
Summa transporter			240 000

Energiåtgång

Tabell 6-15 Energiåtgång för återvinning i exempel 1.

Delmoment	Mängd att tillverka ton	Energiåtgång per ton MJ	Energiåtgång MJ x 1 000	Rangordning
Varm återvinning i verk	3 000	189	567	
Transport	480 000 tkm	0,8/km	384	
Lagring och bearb granulat	600	100	60	
Summa			1 011	5
Halvvarm ÅA vid verk	3 000	100	300	
Transport	84 000 tkm	0,8/km	67	
Lagring och bearb granulat	3 000	100	300	
Summa			667	4
Kall ÅA vid verk	3 000	25	75	
Transport	84 000 tkm	0,8/km	67	
Lagring och bearb granulat	3 000	100	300	
Summa			442	1
Nyttillverkning varmt	3 000	150	450	
Transporter	240 000 tkm	0,8/km	192	
Summa			642	3
Nyttillverkning halvvarmt	3 000	100	300	
Transporter material	240 000 tkm	0,8/km	192	
Transporter massa	30 000 tkm	0,8/km	24	
Summa			516	2

De siffror som angivits är baserade på användning av vanliga fossila bränslen, vanliga utrustningar och maskiner för tillverkning och läggning av asfalt. Siffrorna är exempel på normal energiåtgång som finns vid verk någonstans i Sverige vid normal produktion.

I exemplet har utläggning och packning utelämnats eftersom de antas vara likvärdiga för metoderna. Från tabell 6-15 kan det konstateras att energiåtgången är minst vid kall återvinning av asfalt vid verk och allra högst vid varm återvinning i verk. Det måste betonas att det gäller i det här speciella fallet med de antaganden som gjorts. Ingen hänsyn har tagits till energiåtgången vid framtagning av jungfruliga material.

Materialförbrukning

I exemplet antas att ca 3 % bitumenemulsion (2 % bitumen) och 10 % stenmaterial tillsätts vid kall återvinning, ca 2 % nytt mjukbitumen och 10 % stenmaterial tillsätts vid halvvarm återvinning. För massa typ ABT 16 antas bindemedelshalten vara 6,0 % bitumen i färdig massa och ca 20 % granulat tillsätts vid varm återvinning. Utan att ta hänsyn till livslängd för resp produkt kan det konstateras att kall- resp halvvarm återvinning ger en betydligt mindre åtgång av nya material än nytillverkad- eller varmt återvunnen beläggning i verk i exemplet.

Tabell 6-16 Miljövärdering av materialförbrukning, exempel 1.

Återvinningsmetod	Stenmaterial ton	Bindemedel ton	Övrigt mtrl ton	Miljövärdering poäng	Rangordning
Varm ÅA vid verk, nytt 80 %	2 280	144			
Granulat 20 %		6			2
Varm Remixing					
Varm Repaving					
Halvvarm ÅA vid verk	300	60			1
Halvvarm Remixing					
Kall ÅA vid verk	300	60			1
Kall Remixing					
Stabilisering					
Utläggning av granulat					
Nytillverkning med nytt mtrl	2 820	180			3

Samlad miljövärdering**Tabell 6-17** Miljövärdering av olika återvinningsmetoder, exempel 1.

Återvinningsmetod	Material-förbrukning	Energi-förbrukning	Miljövärdering poäng	Värderad livslängd år	Objektvärdering poäng/år	Rangordning
Varm ÅA vid verk	2	5	7	15	0,47	5
Halvvarm ÅA vid verk	1	4	5	13	0,38	2
Kall ÅA vid verk	1	1	2	11	0,18	1
Nyttillv varm	3	3	6	15	0,40	4
Nyttillv halvvarm	3	2	5	13	0,38	2

Totalt sett för exempel 1 är kall återvinning vid verk den mest gynnsamma metoden om man baserar bedömningen på en totalranking utan att ta hänsyn till speciella miljöpreferenser i något avseende.

Sammanställning av värderingsfaktorer

Tabell 6-18 Sammanställning av värderingsfaktorer, exempel 1.

Metoder för återvinning av returafalt	Värderingsfaktorer				
	Ekonomi	Miljö	Summa rangordning	Slutlig rangordning	Livslängd
Varm ÅA vid verk	2	5	7	4	15
Halvvarm ÅA vid verk	1	2	3	1	13
Kall ÅA vid verk	3	1	4	2	11
Varm vid verk, ny	4	4	8	5	15
Halvvarm vid verk, ny	4	2	6	3	13

Med de antaganden som gjorts i resonemanget för vårt fiktiva objekt, inte minst beträffande pris och livslängd, ser halvvarm och kall återvinning ut att vara de bästa alternativen. I de fallen kommer också returafalten att gå ungefär jämnt upp med det som läggs ut på objektet.

6.12.3 Exempel 2

Exempel 2

- Objekt: Genomfartsgata i Borlänges utkant. Inga gångbanor finns. Gatan har flera anslutande gator. Ytan är ca 20 000 m².
- Klimatzon: 3
- Trafik: ÅDTt ca 5 000 fordon, varav ca 15 % tunga.
- Befintlig beläggning är ca 150 mm varav översta 50 mm är ABT16/B85. Penetration på återvunnet bindemedel i slitlager är 55.
- Tillstånd: Smärre sprickor i hjulspåren men inga större spår.
- Viss saltning och försiktig isrivning förekommer.
- I ett mellanlager ca 5 km från objektet finns ca 5 000 ton returafalt bestående av fräsgranulat och asfaltkakor från beläggningar typ AG och ABT inom kommunen. Returafalten innehåller ca 5 % bindemedel och ca 5 % obundet grusmaterial. Penetration i återvunnet bindemedel är 50.
- Närmaste asfaltverk med möjlighet till återvinning direkt i blandaren, max 20 %, ligger ca 15 km från objektet och 20 km från upplaget med returafalt.
- Det har bedömts att vägen behöver ett nytt slitlager av 100 kg/m² ABT16/B 85.

Objektkategorier

Exempel 2 hamnar i kategorin ÅDTt > 4 000 fordon. Den enda möjligheten är varm återvinning!

Klimat

Viss saltning och försiktig isrivning kan förekomma. Detta torde inte medföra några problem vid varm återvinning.

Objektstorlek

Här är objektet ca 20 000 m², vilket motsvarar ca 2 000 ton massa. Remixer eller repaver är tänkbara alternativ. Även varm återvinning i verk eftersom ett verk med utrustning för återvinning redan finns på plats.

Tillståndsbedömning

Tabell 6-19 Befintlig beläggning, tjocklekar m m, exempel 2.

Lager nr	Tjocklek i mm	Beläggningstyp	B-halt i %	B-medelstyp	Hålrums-halt i %	Anmärkning
1	50	ABT 16	6,0	B 85 (70/100)	5,0	Gata i Borlänge
2	50	ABT 16	5,6	B 180 (160/220)	4,0	
3	50	AG 25	4,2	B 180 (160/220)	7,5	
Lager 1-n	150					

Vägytans tillstånd ingav inga farhågor för någon av metoderna. I detta fall är beläggningen tämligen oskadad och den är också tillräckligt tjock för att en remixing eller repaving ska kunna utföras. Penetrationen i återvunnet bindemedel från gatan var 55 vilket inte ställer några hinder i vägen för varm återvinning. Vägen antogs också ha fullgod bärighet vilket gör att alla metoder kan accepteras även ur den aspekten.

Granulatets egenskaper

I detta fall fanns ca 5 % grusmaterial med i granulatet och penetrationen var 55. Det bör vara möjligt att varmätervinna granulatet såväl vid verk som på plats.

Mellanlager

I exempel två finns också returafalt som täcker behovet för de aktuella metoderna. Även här får det anses angeläget att förbruka massor från det befintliga upplaget.

Metodurval

De passande metoderna för våra exempel har fått grön färg markerade, de tveksamma gul färg och de mindre lämpliga röd färg.

Tabell 6-20 *Lämpliga metoder, exempel 2.*

Återvinningsmetod	Kategori	Klimat	Storlek	Tillstånd	Granulat	Mellanlager
Varm ÅA vid verk						
Varm Remixing						
Varm Repaving						
Halvvarm ÅA vid verk						
Halvvarm Remixing						
Kall ÅA vid verk						
Kall Remixing						
Stabilisering						
Utläggning av granulat						
Nyttillverkning halv						
Nyttillverkning varmt						

Exempel 2 styrdes av objektkategorin till varm återvinning. Såväl varm återvinning vid verk som varm återvinning på plats är tänkbara liksom varm nyttillverkning vid verk.

Ekonomi

De inlagda priserna och livslängderna är hypotetiska och gäller bara för att illustrera de redovisade exemplen.

Tabell 6-21 Beräkning av årskostnad för olika återvinningsmetoder.

Återvinningsmetod	Åtgärds- pris (I) kr per m ²	Beräk- nad livs- längd i år	Under- hålls- kostnad (U) kr/ m ²	Kalkyl- ränta (R) i %	Nuvär- dekost- nad i kr/ m ²	Annuitet (N) kr per år och m ²	Rang- ord- ning
Varm ÅA vid verk	50	15		5	50	4,82	2
Varm Remixing	42	11		5	42	5,06	3
Varm Repaving	36	10		5	36	4,66	1
Nyttillverkning varmt	55	15		5	55	5,30	4

Beräkningarna visar att med de antaganden som gjorts blir metoden varm repaving mest fördelaktig. Skillnaderna mellan metoderna är dock ganska små.

Miljö

Transporter

För återvinning i verk antas 10 % kunna tillsättas. 200 ton granulat får köras 20 km till asfaltverket. För läggning med repaver antas 60 % nya massor behöva tillsättas, d v s ca 1 200 ton måste transporteras från verk. Vid läggning med remixer antas ca 25 % nya massor behöva tillsättas, d v s ca 500 ton måste transporteras från verk. Det antas att alla massor kommer från det verk som står 15 km från objektet, samt att stenmaterialet finns vid verket utan att behöva transporteras. Också här förutsätts tom bil i ena riktningen.

Tabell 6-22 Transporter vid återvinning, exempel 2.

Transportbehov	Mängd att transportera ton	Km	Antal ton- kilometer
Varm återvinning i verk			
Massa från fast asfaltverk	2 000	30	60 000
Gammal asfalt från upplag	200	40	8 000
Summa transporter			68 000
Repaver			
Massa till repaver	1 200	30	36 000
Remixer			
Massa till remixer	500	30	15 000
Verk, varm nyttillverkning			
Massa från fast asfaltverk	2 000	30	60 000

Det fördelaktigaste alternativet är i detta fall remixer, och det minst fördelaktiga återvinning i verk.

Energiåtgång

De siffror som angivits är baserade på användning av vanliga fossila bränslen, vanliga utrustningar och maskiner för tillverkning och läggning av asfalt. Siffrorna är exempel på normal energiåtgång som finns vid verk någonstans i Sverige vid normal produktion.

I exemplet har utläggning och packning utelämnats eftersom de antas vara likvärdiga för metoderna. Från tabellen kan man se att nytillverkning av varm asfalt vid verk ger den minsta energiåtgången. Det måste betonas att det gäller i det här speciella fallet med de antaganden som gjorts. Hänsyn har inte heller tagits till energiåtgången vid framtagning av jungfruliga material.

Tabell 6-23 Energiåtgång vid återvinning i exempel 2.

Delmoment	Mängd att tillverka ton	Energiåtgång per ton MJ	Energiåtgång MJ x 1 000	Rangordning
Varm ÅA vid verk	2 000	189	378	
Transport	68 000 tkm	0,8/km	54	
Lagring och bearb granulat	200	100	20	
Summa			452	2
Varm repaving	2 000	200	400	
Massa från verk	1 200	150	180	
Transporter	36 000 tkm	0,8/km	29	
Summa			605	4
Varm remixing	2 000	225	450	
Massa från verk	500	150	75	
Transporter	15 000 tkm	0,8/km	12	
Summa			537	3
Nyttillverkning varmt	2 000	150	300	
Transporter	60 000 tkm	0,8/km	48	
Summa			348	1

Materialförbrukning

Tabell 6-24 Miljövärdering av materialförbrukning, exempel 2.

Återvinningsmetod	Stenmaterial ton	Bindemedel ton	Övrigt mtrl ton	Miljövärdering poäng	Rangordning
Varm ÅA vid verk, nytt 90 %	1 685	115			
Granulat 10 %	0	3			
Summa	1 685	118			3
Varm Remixing, nytt 25 %	468	32			1
Varm Repaving, nytt 60 %	1 123	77			2
Nyttillverkning	1 872	128			4

I exemplet har det antagits att beläggningssmassan har en bindemedelshalt enligt kalkylvärdet i VÄG 94 för beläggningstypen, d v s 6,4 %. Av tabell 6-24 framgår att den största åtgången av material uppstår vid nyttillverkning i verk med jungfruliga material medan remixing ger minsta åtgången av nya material. I tabellen har det antagits att inget extra bindemedel tillsätts vid repaving och remixing.

Samlad miljövärdering

Tabell 6-25 Miljövärdering av olika återvinningsmetoder, exempel 2.

Återvinningsmetod	Material-förbrukning	Energi-förbrukning	Miljö-värdering poäng	Värderad livslängd år	Objekt-värdering poäng/år	Rangordning
Varm ÅA vid verk	3	2	5	15	0,33	1
Varm remixing	1	3	4	11	0,36	3
Varm repaving	2	4	6	10	0,60	4
Varm nyttillverkning	4	1	5	15	0,33	1

I exempel 2 är varm återvinning vid verk och varm nyttillverkning vid verk de mest fördelaktiga metoderna ur miljösynpunkt med i exemplet gjorda antaganden om man baserar bedömningen på en rangordning utan speciella miljöprioriteringar.

Sammanställning av värderingsfaktorer

Tabell 6-26 Sammanställning av värderingsfaktorer, exempel 2.

Metoder för återvinning av retur-asfalt	Värderingsfaktorer				
	Ekonomi	Miljö	Summa rangordning	Slutlig rangordning	Livslängd
Varm ÅA vid verk	2	1	3	1	15
Varm remixing	3	3	5	2	11
Repaving	1	4	5	2	10
Varm vid verk, ny	4	1	5	2	15

Med gjorda antaganden blir den samlade värderingen för exempel 2 att varm återvinning vid verk blir det fördelaktigaste alternativet medan övriga rangordnas som något sämre men likvärdiga.

Bilaga 1. Tabeller för nuvärdesberäkning

Tabell 6-27 Nuvärdetabeller

Tabell över faktorn $\left(1 + \frac{p}{100}\right)^{-n} = \frac{1}{\left(1 + \frac{p}{100}\right)^n}$		(= nuvärde av 1 kr)													
Om tabellen inte räcker till kan ytterligare faktorer bildas enligt formeln $a^{n+m} = a^n \cdot a^m$. Ex.: $1,08^{-36} = 1,08^{-30} \cdot 1,08^{-6} = 0,0994 \cdot 0,6302 = 0,0626$.		1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %	11 %	12 %	13 %	14 %
n															
1	0,9901	0,9804	0,9709	0,9615	0,9524	0,9434	0,9346	0,9259	0,9174	0,9091	0,9009	0,8929	0,8850	0,8772	
2	0,9803	0,9612	0,9426	0,9246	0,9070	0,8900	0,8734	0,8573	0,8417	0,8264	0,8116	0,7972	0,7831	0,7695	
3	0,9706	0,9423	0,9151	0,8890	0,8638	0,8396	0,8163	0,7938	0,7722	0,7513	0,7312	0,7118	0,6931	0,6750	
4	0,9610	0,9238	0,8885	0,8548	0,8227	0,7921	0,7629	0,7350	0,7084	0,6830	0,6587	0,6355	0,6133	0,5921	
5	0,9515	0,9057	0,8626	0,8219	0,7835	0,7473	0,7130	0,6806	0,6499	0,6209	0,5935	0,5674	0,5428	0,5194	
6	0,9420	0,8880	0,8375	0,7903	0,7462	0,7050	0,6663	0,6302	0,5963	0,5645	0,5346	0,5066	0,4803	0,4556	
7	0,9327	0,8706	0,8131	0,7599	0,7107	0,6651	0,6227	0,5835	0,5470	0,5132	0,4817	0,4523	0,4251	0,3996	
8	0,9235	0,8535	0,7894	0,7307	0,6768	0,6274	0,5820	0,5402	0,5019	0,4665	0,4339	0,4039	0,3762	0,3506	
9	0,9143	0,8368	0,7664	0,7026	0,6446	0,5919	0,5439	0,5002	0,4604	0,4241	0,3909	0,3606	0,3329	0,3075	
10	0,9053	0,8203	0,7441	0,6756	0,6139	0,5584	0,5083	0,4632	0,4224	0,3855	0,3522	0,3220	0,2946	0,2697	
11	0,8963	0,8043	0,7224	0,6496	0,5847	0,5268	0,4751	0,4289	0,3875	0,3505	0,3173	0,2875	0,2607	0,2366	
12	0,8874	0,7885	0,7014	0,6246	0,5568	0,4970	0,4440	0,3971	0,3555	0,3186	0,2858	0,2567	0,2307	0,2076	
13	0,8787	0,7730	0,6810	0,6006	0,5303	0,4688	0,4150	0,3677	0,3262	0,2897	0,2575	0,2292	0,2042	0,1821	
14	0,8700	0,7579	0,6611	0,5775	0,5051	0,4423	0,3878	0,3405	0,2992	0,2633	0,2320	0,2046	0,1807	0,1597	
15	0,8613	0,7430	0,6419	0,5553	0,4810	0,4173	0,3624	0,3152	0,2745	0,2394	0,2090	0,1827	0,1599	0,1401	
16	0,8528	0,7284	0,6232	0,5339	0,4581	0,3936	0,3387	0,2919	0,2519	0,2176	0,1883	0,1631	0,1415	0,1229	
17	0,8444	0,7142	0,6050	0,5134	0,4363	0,3714	0,3166	0,2703	0,2311	0,1978	0,1696	0,1456	0,1252	0,1078	
18	0,8360	0,7002	0,5874	0,4936	0,4155	0,3503	0,2959	0,2502	0,2120	0,1799	0,1528	0,1300	0,1108	0,0946	
19	0,8277	0,6864	0,5703	0,4746	0,3957	0,3305	0,2765	0,2317	0,1945	0,1635	0,1377	0,1161	0,0981	0,0829	
20	0,8195	0,6730	0,5537	0,4564	0,3769	0,3118	0,2584	0,2145	0,1784	0,1486	0,1240	0,1037	0,0868	0,0728	
21	0,8114	0,6598	0,5375	0,4388	0,3589	0,2942	0,2415	0,1987	0,1637	0,1351	0,1117	0,0926	0,0768	0,0638	
22	0,8034	0,6468	0,5219	0,4220	0,3418	0,2775	0,2257	0,1839	0,1502	0,1228	0,1007	0,0826	0,0680	0,0560	
23	0,7954	0,6342	0,5067	0,4057	0,3256	0,2618	0,2109	0,1703	0,1378	0,1117	0,0907	0,0738	0,0601	0,0491	
24	0,7876	0,6217	0,4919	0,3901	0,3101	0,2470	0,1971	0,1577	0,1264	0,1015	0,0817	0,0659	0,0532	0,0431	
25	0,7798	0,6095	0,4776	0,3751	0,2953	0,2330	0,1842	0,1460	0,1160	0,0923	0,0736	0,0588	0,0471	0,0378	
26	0,7720	0,5976	0,4637	0,3607	0,2812	0,2198	0,1722	0,1352	0,1064	0,0839	0,0663	0,0525	0,0417	0,0331	
27	0,7644	0,5859	0,4502	0,3468	0,2678	0,2074	0,1609	0,1252	0,0976	0,0763	0,0597	0,0469	0,0369	0,0291	
28	0,7568	0,5744	0,4371	0,3335	0,2551	0,1956	0,1504	0,1159	0,0895	0,0693	0,0538	0,0419	0,0326	0,0255	
29	0,7493	0,5631	0,4243	0,3207	0,2429	0,1846	0,1406	0,1073	0,0822	0,0630	0,0485	0,0374	0,0289	0,0224	
30	0,7419	0,5521	0,4120	0,3083	0,2314	0,1741	0,1314	0,0994	0,0754	0,0573	0,0437	0,0334	0,0256	0,0196	

Tabell 6-28 Annuitetsfaktorer

$$\text{Tabell över faktorn } \frac{1 - \left(1 + \frac{P}{100}\right)^{-n}}{\frac{P}{100}} = \frac{\left(1 + \frac{P}{100}\right)^n - 1}{\frac{P}{100} \left(1 + \frac{P}{100}\right)^n}$$

(= summa nuvärde av 1 kr som utfaller vid slutet av varje period)

n	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %	11 %	12 %	13 %
1	0,9901	0,9804	0,9709	0,9615	0,9524	0,9434	0,9346	0,9259	0,9174	0,9091	0,9009	0,8929	0,8850
2	1,9704	1,9416	1,9135	1,8861	1,8594	1,8334	1,8080	1,7833	1,7591	1,7355	1,7125	1,6901	1,6681
3	2,9410	2,8839	2,8286	2,7751	2,7232	2,6730	2,6243	2,5771	2,5313	2,4869	2,4437	2,4018	2,3612
4	3,9020	3,8077	3,7171	3,6299	3,5460	3,4651	3,3872	3,3121	3,2397	3,1699	3,1024	3,0373	2,9745
5	4,8534	4,7135	4,5797	4,4518	4,3295	4,2124	4,1002	3,9927	3,8897	3,7908	3,6959	3,6048	3,5172
6	5,7955	5,6014	5,4172	5,2421	5,0757	4,9173	4,7665	4,6229	4,4859	4,3553	4,2305	4,1114	3,9975
7	6,7282	6,4720	6,2303	6,0021	5,7864	5,5824	5,3893	5,2064	5,0330	4,8684	4,7122	4,5638	4,4226
8	7,6517	7,3255	7,0197	6,7327	6,4632	6,2098	5,9713	5,7466	5,5348	5,3349	5,1461	4,9676	4,7988
9	8,5660	8,1622	7,7861	7,4353	7,1078	6,8017	6,5152	6,2469	5,9952	5,7590	5,5370	5,3282	5,1317
10	9,4713	8,9826	8,5302	8,1109	7,7217	7,3601	7,0236	6,7101	6,4177	6,1446	5,8892	5,6502	5,4262
11	10,3676	9,7868	9,2526	8,7605	8,3064	7,8869	7,4987	7,1390	6,8051	6,4951	6,2065	5,9377	5,6869
12	11,2531	10,5753	9,9540	9,3851	8,8633	8,3827	7,9427	7,5361	7,1607	6,8137	6,4924	6,1944	5,9176
13	12,1337	11,3484	10,6350	9,9856	9,3936	8,8527	8,3577	7,9038	7,4869	7,1034	6,7499	6,4235	6,1218
14	13,0037	12,1062	11,2961	10,5631	9,8986	9,2950	8,7455	8,2442	7,7862	7,3667	6,9819	6,6282	6,3025
15	13,8631	12,8493	11,9379	11,1184	10,3797	9,7122	9,1079	8,5595	8,0607	7,6061	7,1909	6,8109	6,4624
16	14,7179	13,5777	12,5611	11,6523	10,8378	10,1059	9,4466	8,8514	8,3126	7,8237	7,3792	6,9740	6,6039
17	15,5623	14,2919	13,1661	12,1657	11,2741	10,4773	9,7632	9,1216	8,5436	8,0216	7,5488	7,1196	6,7291
18	16,3983	14,9920	13,7535	12,6593	11,6896	10,8276	10,0591	9,3719	8,7556	8,2014	7,7016	7,2497	6,8399
19	17,2260	15,6785	14,3238	13,1339	12,0853	11,1581	10,3356	9,6036	8,9501	8,3649	7,8393	7,3658	6,9380
20	18,0456	16,3514	14,8775	13,5903	12,4622	11,4699	10,5940	9,8181	9,1285	8,5136	7,9633	7,4694	7,0248
21	18,8570	17,0112	15,4150	14,0292	12,8212	11,7641	10,8355	10,0168	9,2922	8,6487	8,0751	7,5620	7,1015
22	19,6604	17,6580	15,9369	14,4511	13,1630	12,0416	11,0612	10,2007	9,4424	8,7715	8,1757	7,6446	7,1695
23	20,4558	18,2922	16,4436	14,8568	13,4886	12,3034	11,2722	10,3711	9,5802	8,8832	8,2664	7,7184	7,2297
24	21,2434	18,9139	16,9355	15,2470	13,7986	12,5504	11,4693	10,5288	9,7066	8,9847	8,3481	7,7843	7,2829
25	22,0232	19,5235	17,4131	15,6221	14,0939	12,7834	11,6536	10,6748	9,8226	9,0770	8,4217	7,8431	7,3300
26	22,7952	20,1210	17,8768	15,9828	14,3752	13,0032	11,8258	10,8100	9,9290	9,1609	8,4881	7,8957	7,3717
27	23,5596	20,7069	18,3270	16,3296	14,6430	13,2105	11,9867	10,9352	10,0266	9,2372	8,5478	7,9426	7,4086
28	24,3164	21,2813	18,7641	16,6631	14,8981	13,4062	12,1371	11,0511	10,1161	9,3066	8,6016	7,9844	7,4412
29	25,0658	21,8444	19,1885	16,9837	15,1411	13,5907	12,2777	11,1584	10,1983	9,3696	8,6501	8,0218	7,4701
30	25,8077	22,3965	19,6004	17,2920	15,3725	13,7648	12,4090	11,2578	10,2737	9,4269	8,6938	8,0552	7,4957