



# Alternativa material i väg- och järnvägsbyggnad

**Titel:** Alternativa material i väg- och järnvägsbyggnad

**Publikation:** 2007:110

**Utgivningsdatum:** Oktober 2007

**Utgivare:** Vägverket

**Kontaktperson:** Åsa Lindgren

**Omslagsfoto:** Johan Ullberg, Vägverket

**Tryck:** Vägverkets tryckeri, Borlänge

**ISSN:** 1401-9612

**Distributör:** Vägverkets webbutik, [www.vv.se](http://www.vv.se), telefon: 0243-755 00, fax: 0243-755 50,  
e-post: [vagverket.butiken@vv.se](mailto:vagverket.butiken@vv.se)

## Förord

Denna publikation utgör en sammanställning av tekniska och miljömässiga krav och regler som är viktiga att känna till vid användning av nya eller alternativa material. Här ges också exempel på alternativa material som har provats som konstruktionsmaterial i främst vägar. Publikationen är en god kunskapssammanställning men kan inte användas som bygganvisning eller tolkas som att Vägverket godkänner de material som nämns. I avsaknad på nationella regler måste materialanvändningen bedömas i varje enskilt projekt och i samråd med tillsynsmyndigheten eftersom krav på anmälan kan föreligga.

Projektet har initierats av Vägverket som också varit huvudfinansiar. Banverket har också bidragit med större finansiering för kunskapsuppbyggnaden. I projektet har dessutom ett flertal branscher medverkat i styrgrupp och med viss finansiering. Styrgruppen har bestått av: Åsa Lindgren, Vägverket (ordf.), Niklas Löwegren, Banverket, Yvonne Rogbeck, SGI (proj.ledare), Michael Borell, Boliden Mineral, Ulf Håkansson Ragnsells, Jörgen Hägglund, Hasgroup, Sven Knutsson, LTU, Per Nilzén, Avfall Sverige, Staffan Rahmn, Vargön Alloys, Claes Ribbing, Svenska Enerigaskor AB, Bo Svedberg LTU/Ecoloop, Per Tyllgren, Skanska/SBUF och Lars Åman, Sv Däckåtervinning . Till publikationens olika kapitel har dessutom arbetsgrupper varit knutna. De många personer som deltagit i arbetet, men som inte nämns här, ska ha ett stort tack för sin medverkan.

Vägverket, hösten 2007.





# Innehåll

<b>Läsanvisning</b>	6
<b>1. Inledning</b>	8
<b>2. Gemensamma förutsättningar</b>	9
2.1 Beteckningar	9
2.2 Benämningar – Generella/allmänna	9
<b>3. Funktion och material</b>	11
3.1 Styvhetsökning	11
3.2 Materialersättning	12
3.3 Lättfyllning	12
3.4 Jordförstärkning/stabilisering	13
3.5 Tjälisolering	13
<b>4. Styrande mål och regler</b>	15
4.1 Nationella miljökvalitetsmål	15
4.1.1 Naturresurser – God bebyggd miljö, Grundvatten av god kvalitet	15
4.1.2 Farliga och prioriterade ämnen – Giftfri miljö	15
4.2 Miljöbalken	16
4.2.1 Mål och allmänna hänsynsregler	16
4.2.2 Miljökvalitetsnormer	17
4.2.3 Miljökonsekvensbeskrivningar	17
4.2.4 Miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd	17
4.2.5 Kemiska produkter och varor	19
4.2.6 Avfall	20
4.2.7 Ansvar	21
4.2.8 Produkter	21
4.3 Arbetsmiljölagstiftning	22
4.4 Väglagen	22
4.4.1 Byggande av väg	22
4.4.2 Drift av väg	22
4.4.3 Vägverkets ledningssystem	23
4.5 Vägverkets krav	23
4.5.1 ATB Väg	23
4.5.2 ATB Krossad betong i vägkonstruktioner	23
4.5.3 Luftkyld Masungsslag – hyttsten – i vägkonstruktioner	23
4.5.4 Miljökrav vid upphandling av entreprenader och tjänster	23
4.5.5 Kemikaliehantering	24
4.6 Lagen om byggande av järnväg	24
4.6.1 Underhåll av järnväg	24
4.7 Banverkets krav	24
4.7.1 Kemikaliehantering	24
4.7.2 Hantering av schaktmassor	25
4.7.3 Tekniska krav	25
4.8 Skogsvårdslagen	25
4.8.1 Krav på skogsbilvägar	25

<b>5.</b>	<b>Planering, byggande och drift</b> .....	26
5.1	Strategisk planering .....	27
5.2	Förstudie .....	27
5.3	Väg- eller järnvägsutredning .....	27
5.4	Arbetsplan/Järnvägsplan .....	27
5.5	Bygghandling .....	28
5.5.1	Anmälan, tillstånd enligt FMH-bilagan .....	29
5.6	Upphandling .....	29
5.7	Byggskedet .....	30
5.8	Drift- och underhåll .....	31
5.9	Återbruk, deponering eller överlåtelse .....	32
5.10	Skogsbilvägar .....	32
5.10.1	Planering .....	32
5.10.2	Projektering .....	32
5.10.3	Byggande .....	32
5.10.4	Drift .....	32
5.10.5	Återbruk, deponering eller överlåtelse .....	32
<b>6.</b>	<b>Teknisk dimensionering</b> .....	33
6.1	Allmänt .....	33
6.2	Vägar .....	33
6.2.1	Bedömning av vägkonstruktionen som helhet .....	34
6.2.2	Bedömning av konstruktionsdelar .....	35
6.2.3	Bedömning av ingående material .....	36
6.3	Bestämning av tekniska egenskaper .....	38
6.3.1	Provningsmetoder – laboratorium .....	39
6.3.2	Provningsmetoder – fält .....	39
6.4	Järnvägar .....	40
6.4.1	Stabilitet .....	41
6.4.2	Deformation .....	41
6.4.3	Beständighet .....	41
6.4.4	Materialkrav för järnvägskonstruktioner .....	41
<b>7.</b>	<b>Miljöbedömning</b> .....	43
7.1	Platsspecifik bedömning av föroreningsrisk .....	43
7.1.1	Filter .....	43
7.1.2	Applikation, material och omgivning .....	44
7.1.3	Klassificering och riskhantering .....	44
7.2	Miljökonsekvensbeskrivning .....	46
7.2.1	Lokalisering, utformning och omfattning .....	46
7.2.2	Planerade åtgärder för att minska miljöpåverkan .....	46
7.2.3	Anmälan och hänsynsregler, 2 kap. miljöbalken .....	46

<b>8. Materialöversikt</b> .....	48
8.1 Krossad betong .....	49
8.2 Hyttsten .....	50
8.3 Skumglas .....	51
8.4järnsand .....	52
8.5 Ferrokromslag .....	53
8.6 Flygaska (kol- och biobränslen) .....	54
8.7 Slaggrus .....	55
8.8 Bottenaska exklusive slaggrus .....	56
8.9 Gummiklipp .....	57
8.10 Sammansatta obundna material .....	58
<b>9. Referenser och hänvisningar</b> .....	59
Föreskrifter, standarder och metodbeskrivningar .....	59
Övriga referenser .....	60
<b>Bilagor</b>	
1. Benämningar teknik, miljö och byggprocess .....	65
2. Översikt detaljlagstiftning .....	71
3. Exempel på anmälan om användande av material .....	73
4. Platsspecifik bedömning av föroreningsrisk .....	75

# Läsanvisning

Denna vägledning tar upp allmänna, tekniska och miljömässiga krav och frågeställningar att beakta vid användande av alternativa material med avseende på allmänna vägar och järnvägar samt skogsbilvägar.

Målgruppen är byggherre, miljömyndigheter, projektör, entreprenör och producent. Kapitel 1–4 är gemensamma och riktar sig till alla, medan Kapitel 5–7 riktar mer mot vissa aktörer. Nedan ges en gemensam läsanvisning för alla kapitlen. För Kapitel 4–7 ges dessutom läsanvisning för respektive aktör.

## **Kapitel 1 – Inledning**

Ger en kort bakgrund och inledning till Vägledningen.

## **Kapitel 2 – Gemensamma förutsättningar**

Anger de definitioner och begrepp som presenteras i Vägledningen.

## **Kapitel 3 – Funktion och materialtyper**

Ger en introduktion till vilka funktioner och material vägledningen i första hand avser.

## **Kapitel 4 – Styrande mål och regler**

Anger miljölagstiftning och vilka krav som gäller för byggherrar som Vägverket, Banverket och skogsindustrin med avseende på användning av alternativa material.

## **Kapitel 5 – Planering, byggande och drift**

Är uppbyggt efter byggprocessens olika skeden och anger praktiskt vad som bör beaktas i varje skede.

## **Kapitel 6 – Teknisk dimensionering**

Anger hur tekniska aspekter ska beaktas och vilka verktyg som finns för att göra det.

## **Kapitel 7 – Miljöbedömning**

Anger hur miljöaspekter ska beaktas och vilka verktyg som finns för att göra det.

## **Kapitel 8 – Materialegenskaper**

Ger en översikt över olika material.

## **Byggherre**

Kapitel 4 beskriver de styrande mål och regler som gäller. Här kan byggherren framförallt få hjälp med miljölagstiftningen. I Kapitel 5 ges hjälp till hur miljölagstiftningen kommer in i den egna byggprocessen. Här ges även en hjälp till vilka krav som ska lyftas fram och vad som är viktigt att beakta i olika skeden i byggprocessen. I Kapitel 6 och 7 visas hur de alternativa materialen ska bedömas med avseende på tekniska och miljömässiga aspekter. Kapitlen kan användas som stöd för att verifiera att viktiga frågeställningar har beaktats av bl a projektör, entreprenör och producent. Kapitel 8 ger en introduktion till vilka material som skulle kunna vara av intresse för ett specifikt byggobjekt.

## **Miljömyndighet**

I Kapitel 4 finns en sammanställning av lagstiftning relaterad till användning av alternativa material som stöd. I Kapitel 5 och 6 ges stöd för miljömyndighetens arbete vid prövning och i Kapitel 7 ges förslag på viktiga aspekter att beakta vid miljöbedömning som underlag för miljöprövning.

## **Projektör och entreprenör**

I Kapitel 4 finns en sammanställning av lagstiftning relaterad till användning av alternativa material som stöd. Kapitel 5 ger praktisk vägledning till hur alternativa material kan hanteras i olika skeden i byggprocessen och visar på viktiga parametrar att beakta vid projektering och utförande. I Kapitel 6 visas övergripande hur konstruktionen som helhet, dess ingående delar och enskilda material tekniskt ska dimensioneras. Kapitel 7 vänder sig i första hand till geotekniker. Kapitel 8 visar hur en miljöbedömning kan utföras och det vänder sig i första hand till miljögeotekniker. I Kapitel 8 ges en introduktion till vilka material som kan vara av intresse i det enskilda objektet beroende på vilka egenskaper som eftersträvas.

## **Producent**

Kapitel 4 anger vilka styrande mål och regler som gäller tekniskt och miljömässigt. Ett stöd ges till producent att identifiera och hantera det egna materialet i förhållande till lagstiftningen. I Kapitel 5 visas praktiskt vilka egenskaper som är viktiga och hur ett alternativt material kan komma in i olika

skeden i byggprocessen. Kapitel 6 och 7 visar vilka krav på egenskaper som gäller och tillhörande testmetoder.

### **Ståndpunkter och rekommendationer**

I publikationen används två typer av förtydliganden. Den första avser hänvisningar och förtydliganden som markeras med normal text inramad med enkel linje. I den andra anges författarnas rekommendationer och tolkningar med kursiv text som inramas av dubbla linjer.

Hänvisningar och förtydliganden anges i inramad text.

*Rekommendationer anges med kursiv text inramad med dubbla linjer.*



# 1. Inledning

Denna publikation syftar till att skapa ett förhållningssätt till juridiska, tekniska och miljömässiga avvägningar som bör göras vid användning av alternativa material. Vägledningen är inriktad på allmänna vägar och järnvägar samt skogsbilvägar och behandlar inte kommunala vägar där Plan- och Bygglagen tillämpas. Däremot kan valda delar användas även för dessa. Publikationen ska oavsett material ge aktörerna i byggprocessen stöd vid hantering av frågeställningar relaterade till nyttiggörande av alternativa material. Schaktmassor, ytskikt och beläggningar behandlas inte i publikationen.

En väg ska vara framkomlig, jämn och halkfri. På motsvarande sätt ska en järnväg uppfylla krav på tillgänglighet, komfort, säkerhet, framkomlighet och bärighet m m. Detta är exempel på funktionella krav som ställs av byggherrar som Vägverket, Banverket och väghållare av skogsbilvägar. Idag används vanligen traditionella material som krossat berg och naturgrus i väg- och järnvägsbyggnad. Lokalt finns det exempel på etablerad användning av alternativa material som t ex hyttsten i Luleå regionen. Alternativa material med ursprung i olika industriella processer som t ex krossad betong, hyttsten, järnsand, ferrokromslag, askor, skumglas, gummiklipp har egenskaper som gör att de kan användas i olika konstruktioner. De alternativa materialen är ofta förknippade med miljöfrågor avseende emissioner och naturresursaspekter men det är även centralt att beakta tekniska frågeställningar som t ex bärförmåga, beständighet och tjälfarlighet.

Planering, byggande och drift med alternativa material behandlas i vägledningen. För att ett material ska kunna användas måste det ha genomgått olika steg i en materialutvecklingsprocess i vilken de egenskaper som krävs för att det ska komma till användning har verifierats. Denna process behandlas dock inte i publikationen. De material som inte har tillräcklig information om tekniska och miljömässiga egenskaper eller de material som har olämpliga egenskaper kommer att falla ur systemet i den process som beskrivs i vägledningen. För att ett alternativt material ska komma till använd-

ning måste det finnas tillräcklig tillgång till materialet och även ett ekonomiskt incitament. Den ekonomiska värderingen beskrivs inte här, utan den görs i det enskilda objektet.

Exempel på alternativa material ges, men här görs ingen värdering av materialen utan de måste bedömas utifrån dess egenskaper i det enskilda objektet.

*Materialens egenskaper ska bedömas oavsett dess ursprung. De funktionella egenskaperna hos konstruktionen som helhet ska styra vid val av material. Det innebär att byggherren bör ställa krav både på den färdiga konstruktionen i dess omgivning och krav på själva materialet.*

## 2. Gemensamma förutsättningar

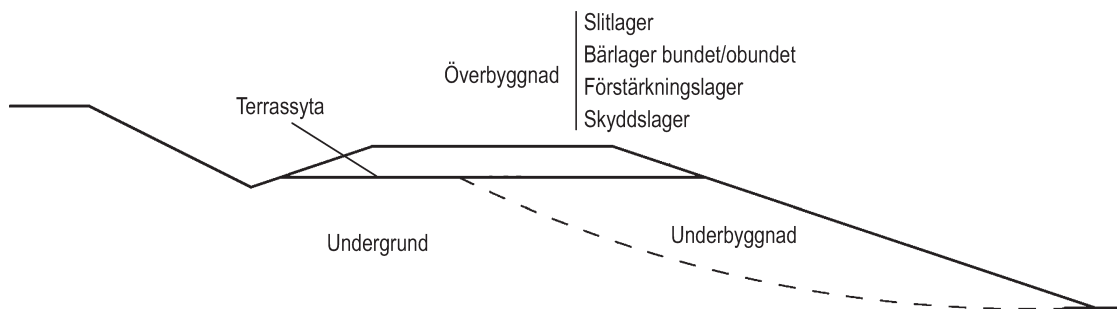
Nedan definieras beteckningar och allmänna benämningar som används i denna vägledning. I Bilaga 1 redogörs för definitioner relaterade till bland annat tekniska, miljömässiga och juridiska aspekter. I förekommande fall anges källa till benämningar i annat fall är det författarnas definition som tillämpas.

### 2.1 Beteckningar

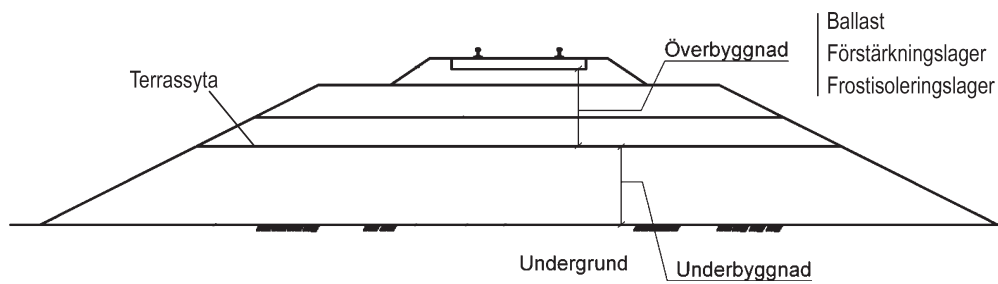
<b>ATB Väg</b>	Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktioner
<b>APB</b>	Anvisningar för projektering och byggande av skogsbilväg klass III och IV
<b>Skogsbilväg</b>	
<b>BVH</b>	Banverkets handbok
<b>BVS</b>	Banverkets standard
<b>NFS</b>	Naturvårdsverkets föreskrifter
<b>SFS</b>	Svensk författningssamling, lag, förordning
<b>SS EN</b>	Svensk standard
<b>VVMB</b>	Vägverkets metodbeskrivningar

### 2.2 Benämningar – Generella/allmänna

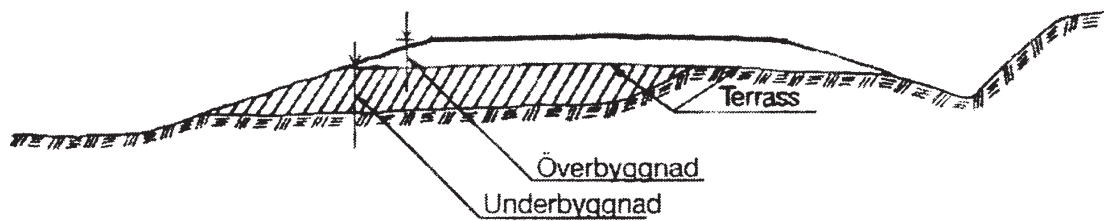
Benämning	Förklaring
<b>Alternativa material</b>	Alternativa material till traditionella material. Kan t ex vara restmaterial eller restprodukter men även andra icke traditionella material.
<b>Bankonstruktion</b>	Bankropp med överbyggnad, underbyggnad, undergrund mm, se Figur 2.2.
<b>Byggherre</b>	Beställare av alternativa material till geokonstruktioner, t ex väg- eller banförvaltare som Vägverket, Banverket, skogsägare.
<b>Entreprenör</b>	Den som bygger en konstruktion.
<b>Miljömyndighet</b>	Länsstyrelse, kommunala miljökontor och miljödomstol.
<b>Producent</b>	Producent av material. Den som ansvarar för materialkvalitet.
<b>Skogsbilväg</b>	Väg som anordnas av markägare för skötsel av skog, se Figur 2.3.
<b>Traditionella material</b>	Avser idag gängse nyttjade och allmänt accepterade material, normalt morän, naturgrus eller krossat berg.
<b>Projektör</b>	Den som projekterar och dimensionerar en konstruktion, kan vara konsult eller entreprenör.
<b>Vägkonstruktion</b>	Vägröpp med överbyggnad, underbyggnad, undergrund mm, se Figur 2.1.



Figur 2.1 Delar i en vägkonstruktion.



Figur 2.2 Delar i en bankkonstruktion.



Figur 2.3. Delar i en skogsbilväg.

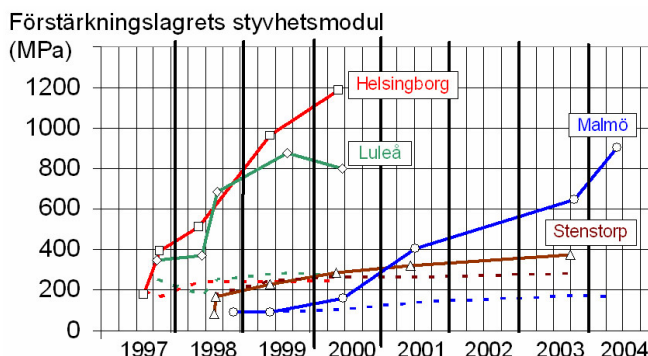
### 3. Funktion och material

I detta kapitel presenteras exempel på tekniska funktioner som kan åstadkommas i olika konstruktioner vid användning av alternativa material. I Kapitel 8 i Vägverkets tekniska beskrivningar och i handboksserien SGI Information 18 (2006) beskrivs enskilda materials tekniska egenskaper närmare.

Tabell 3.1 ger en översikt över några alternativa materials tekniska funktion i en konstruktion. Därefter beskrivs användningsmöjligheter för några av materialen med utgångspunkt från dessa funktioner. Ytterligare sammanställningar av denna karaktär finns bland annat i Vägverket (2000, 2002) och Mäkelä & Höynälä (2000).

#### 3.1 Styvhetsökning

Vissa alternativa material bidrar till en ökad styvhet hos en konstruktion eller konstruktionsdel, t ex i överbyggnaden (Arm, 2003). Flera alternativa material har en högre styvhet än naturgrus. Styvhetsökningen beror på materialets kornstorleksfördelning och form (t ex skumglas) eller på dess härdande egenskaper (t ex krossad betong och flygaska). Styvhetsökningen kan i vissa fall fortsätta under en lång tid, se Figur 3.1. Exempel på användning visas i Figur 3.2. Flygaskorna kan an-



Figur 3.1. Exempel på styvhetsökning vid användning av krossad betong i en överbyggnad. Beräknade lagermoduler från fallviktsmätningar. Heldragen linje gäller provsträcka med förstärkningslager av krossad betong och streckad linje gäller referenssträcka med krossat berg, efter Arm (2006a).

vändas i enskilda lager eller blandas med grus för att åstadkomma en högre bärförmåga hos konstruktionen.

Tabell 3.1. Teknisk funktion och egenskaper för olika material.

Funktion:	Styvhets- ökning	Material- ersättning	Lätt fyllning	Jordför- stärkning/ stabilisering	Tjäl- isolering	Buller och vibrations- dämpning
<b>Material</b>						
Krossad betong	X	X				
Hyttsten/hyttssand	X	X	(X)		X	
Järnsand		X			X	
Ferrokromslag	X	X			(X)	
Flygaska	X	X	(X)	X	X	
Slaggrus	(X)	X	(X)		(X)	
Bottenaskor exkl slaggrus		X	(X)		(X)	
Skumglas	(X)		X		X	
Gummiklipp			X		X	X
Sammansatta material	X	X	(X)	(X)	(X)	X

Anm. X aktuellt i tillämpningen, (X) aktuellt i vissa tillämpningar.



Figur 3.2. Användning av flygaska som bärlager i skogsbilväg (ovan) och hyttsten som förstärkningslager i väg (nedan).

### 3.2 Materialersättning

Materialersättning innebär att det alternativa materialet ersätter ett traditionellt material i en konstruktion se Figur 3.3. Huvudsyftet är att spara på naturmaterial, men i flera fall kan olika egenskaper (t ex styvhet, tjälisolering m.m.) samtidigt bidra till förbättrad funktion hos konstruktionen. Krossad asfalt, krossad betong, slaggrus och andra bottenaskor, flygaskor och ferrokromslag används för sådana syften. Sammansatta material är ett exempel på materialersättning där en önskad kornstorleksfördelning åstadkoms genom blandning av olika materialslag.

### 3.3 Lättyllning

Vissa alternativa material har lägre densitet än traditionella jordmaterial. Det kan utnyttjas när ett belastningskänsligt område behöver avlastas genom att använda dessa material som lättyllning t ex vid kompensationsgrundläggning, se Figur 3.4.

Figur 3.3. Materialersättning med slaggrus som förstärkningslager i gata (ovan), ferrokromslag i väg (mitten) och bottenaska i grusväg (nedan).

De lättare materialen är ibland även betydligt mer isolerande än traditionella material. Material med mycket låg densitet (skumglas, gummiklipp) kan även nyttjas för att minska jordtrycket mot stödkonstruktioner och som lättyllning i bullervallar. Hyttsten, slaggrus och andra bottenaskor har lägre densitet än traditionella material och kan också bidra till en lättare konstruktion än de gängse.





Figur 3.4. Lättfyllning med skumglas i väg (ovan) och gummiklipp i bullervall (nedan).



Figur 3.5. Masstabilisering av lösa jordar (ovan), stabilisering av bär- och förstärkningslager i grusväg genom inblandning av flygaska (nedan).

### 3.4 Jordförstärkning/stabilisering

Jordförstärkning används normalt i undergrunden för att förbättra stabiliteten och/eller minska deformationerna. Exempel på sådana åtgärder är stabilisering av lera med KC-pelare (kalk, cement) och masstabilisering av lösa och organiska jordar som t ex torv, se Figur 3.5. Både KC-pelare och masstabilisering har vanligtvis utförts med bindemedel som kalk, cement och Merit, men på senare år har även flygaska använts. Alternativa material kan användas som separat bindemedel eller i kombination med traditionella sådana för att ge lägre kostnader och minskad resursförbrukning. Flera faktorer som t ex jordtyp, typ och mängd av bindemedel måste vägas in vid val av lösning. Stabiliseringen kan även bidra till att stabilisera/solidifiera jordmassor för att fastlägga föroreningar. Bindemedel kan också användas för att förbättra egenskaperna hos obundna materiallager ovanför undergrunden, genom inblandning i terrassytor, förstärkningslager eller bärlager se Figur 3.5.

### 3.5 Tjälisolering

Ett materials tjälisolerande förmåga är beroende av dess kornstorleksfördelning och/eller porositet. Många alternativa material har sitt ursprung i termiska processer. Vissa av dessa material har en mer porös karaktär än traditionella material. De luftfyllda porerna ger då materialen isolerande egenskaper (t ex liten värmekonduktivitet) som kan nyttjas effektivt i anläggningssammanhang för att minska effekterna av tjälning, se Figur 3.6. Egenskaperna förhindrar nedträngning av frost till tjälfarliga jordar i undergrunden och bidrar därmed till att minska tjällyftningen och förbättra konstruktionens beständighet och dess bärförmåga speciellt under tjällossning. Å andra sidan hindrar ett isolerande vägmateriäl jordvärmens från att värma vägytan, vilket kan ge risk för frosthalka. Vägverkets regler begränsar därför användningen av material med liten värmekonduktivitet i belagda vägars överbyggnader.



*Figur 3.6. Isolering med skumglas (ovan) och järnsand (nedan) för att minska tjällyftning samt förbättra tjällossningsbärigheten och beständighet hos konstruktionen.*

Skumglas, gummiklipp, järnsand, hyttsten och slaggrus har bättre isolerande egenskaper än traditionella anläggningsmaterial. Järnsand har dock inte luftfyllda porer utan den är en ensartad grov sand med förhöjd densitet. Kornstorleksfördelningen gör den dränerande och isolerande.

## 4. Styrande mål och regler

Detta kapitel beskriver styrande mål och regler relaterade till användningen av alternativa material i byggande. Beskrivningen utgår från nationella mål och regler och är indelad i en teknik- respektive miljödel.

### 4.1 Nationella miljö kvalitetsmål

Sveriges riksdag antog 15 miljö kvalitetsmål i april 1999, ett 16:e har senare tillkommit, Miljö målportalen (2006). Målen beskriver den kvalitet och det tillstånd för Sveriges miljö, natur- och kulturresurser som är ekologiskt hållbara på lång sikt. Målen har blivit riktmärke för svenska myndigheters miljöarbete. Vi ska till nästa generation kunna lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta.

Målen Giftrfri miljö, Grundvatten av god kvalitet och God bebyggd miljö lyfts ofta fram med avseende på användningen av alternativa material. Andra miljö mål som kan nämnas i detta sammanhang och aktualiseras i vissa situationer är målen Säker strålningsmiljö och Frisk luft. Det finns dock ingen direkt koppling mellan målsättningarna i miljö målen och de krav som ställs i miljö lagstiftningen. Miljö målen både stödjer och motverkar användningen av alternativa material då de ställs mot varandra. Detta leder till en situation där målen idag är praktiskt svåra att tillämpa i konkreta beslutssituationer.

#### 4.1.1 Naturresurser – God bebyggd miljö, Grundvatten av god kvalitet

Med utgångspunkt i miljö målen God bebyggd miljö och Grundvatten av god kvalitet har flera arbeten för hantering av naturresurser (material och grundvatten) påbörjats. SGU arbetar med en modell för att ta fram regionala materialförsörjningsplaner. Dessa planer ska tjäna som ett planeringsunderlag för länsstyrelser. Materialförsörjningsplanerna begränsas inte till att beskriva tillgångar utan målsättningen är att planerna också ska fungera som policy för hur tillgångarna ska hanteras. De ska sedan kunna användas som stöd för framtagandet av kommunala materialhushållningsplaner. De regionala och lokala materialförsörjningsplanerna kan bland annat användas för att utreda tillgång på material vid planering och byggande.

På uppdrag av SGU har SGI inventerat alternativa material som kan utgöra ersättning för naturgrus och bergkross i anläggningsbyggande. Underlaget finns att hämta på:

[www.swedgeo.se/publikationer/ovrigt/pdf/SGU-rapport-031202.pdf](http://www.swedgeo.se/publikationer/ovrigt/pdf/SGU-rapport-031202.pdf).

#### 4.1.2 Farliga och prioriterade ämnen – Giftrfri miljö

Med utgångspunkt i målet Giftrfri miljö pågår arbeten för att inom en generation skapa en miljö som ska vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Inriktningen är att målet ska vara uppnått inom en generation. De två första delmålen avser kunskap och information. Bland annat framgår av delmål 2 att varor skall vara försedda med hälso- och miljöinformation om de farliga ämnen som ingår senast år 2010. Syftet med delmålet 2 är att konsumenter och inköpare informeras om innehållet av farliga ämnen även i varor som inte är kemiska produkter (för kemiska produkter finns redan dessa regler).

På Kemikalieinspektionens hemsida, [www.kemi.se](http://www.kemi.se), finns bl a databaser med information, klassificering av ämnen och ämnesgrupper.

#### Utfasning av särskilt farliga ämnen – delmål 3

I delmål 3, Miljö målportalen (2006), framgår bl a att nyproducerade varor skall så långt det är möjligt vara fria från:

- nya organiska ämnen som är långlivade (persistenta) och bioackumulerande, nya ämnen som är cancerframkallande, arvsmassepåverkande och fortplantningsstörande samt kvicksilver så snart som möjligt, dock senast 2007,
- övriga cancerframkallande, arvsmassepåverkande och fortplantningsstörande ämnen, samt sådana ämnen som är hormonstörande eller kraftigt allergiframkallande, senast år 2010 om varorna är avsedda att användas på ett sådant sätt att de kommer ut i kretsloppet,



- övriga organiska ämnen som är långlivade och bioackumulerande, samt kadmium och bly, senast år 2010.

Redan befintliga varor, som innehåller ämnen med ovanstående egenskaper eller kvicksilver, kadmium samt bly, skall hanteras på ett sådant sätt att ämnena inte läcker ut i miljön. Spridning via luft och vatten av ämnen som omfattas av delmålet skall minska fortlöpande.

#### **Riskminskningsämnena – delmål 4**

Syftet med delmål 4 är att minska riskerna för miljö och hälsa för de farliga ämnen som inte omfattas av utfasningsmålet, delmål 3. Riskerna ska bedömas ur en varas livscykelperspektiv då farliga ämnen kan ge problem vid återvinning och riskerar att spridas okontrollerat i nya varor med återvunnet material. Riskminskning kan t ex ske genom att de farliga ämnena byts ut mot mindre farliga, att de minskar i användning eller att de hanteras säkrare. En annan väg är att ett farligt ämnes funktion ersätts med annan teknik som fyller funktionen på ett ofarligt sätt.

*I praktiken innehåller många material oönskade ämnen (farliga ämnen och riskminskningsämnena) som omfattas av miljömålet Giftfri miljö. Återbruk eller återvinning av material leder vanligen till att ackumuleringen av oönskade ämnen reduceras i teknosfären (definition se Bilaga 1) då uttaget av naturresurser minskas. Det måste dock beaktas att ämnena vanligen finns kvar och det är därför centralt att riskerna med användning av material bedöms ur ett livscykelperspektiv.*

## **4.2 Miljöbalken**

Bestämmelserna i miljöbalken (MB), SFS 1998:808, syftar till att främja en hållbar utveckling på så sätt att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö. För allt byggande gäller miljöbalkens mål och hänsynsregler. I miljölagstiftningen görs samtidigt skillnad mellan de detaljregler som skall tillämpas vid användning och hantering av ett material beroende på om de betraktas som produkter, avfall eller som kemiska produkter och varor.

### **4.2.1 Mål och allmänna hänsynsregler**

I miljöbalkens 1 kap presenteras fem övergripande mål med lagstiftningen där följande direkt berör användning av material i anläggningsbyggande:

1. ”människors hälsa och miljön skyddas mot skador och olägenheter oavsett om dessa orsakas av föroreningar eller annan påverkan,”
4. ”mark, vatten och fysisk miljö i övrigt används så att en från ekologisk, social, kulturell och samhällsekonomisk synpunkt långsiktigt god hushållning tryggas, och”
5. ”återanvändning och återvinning liksom annan hushållning med material, råvaror och energi främjas så att ett kretslopp uppnås.”

Genom de allmänna hänsynsreglerna i 2 kap. miljöbalken ges en grund för hur miljöbalken skall tillämpas. Kraven gäller oberoende av om hanteringen sker med eller utan myndighetskontakter. De allmänna hänsynsreglerna gäller för all verksamhet som kan få inverkan på miljön, som inte är av försumbar betydelse med hänsyn till miljöbalkens mål. Vid användning av alternativa material gäller bland annat följande:

**1 § Bevisbörda** – Den som utövar en verksamhet ska kunna visa att verksamheten kan bedrivas eller att själva åtgärden vidtas på ett miljömässigt godtagbart sätt i förhållande till hänsynsreglerna.

**2 § Kunskapskrav** – Alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd skall skaffa sig den kunskap som behövs med hänsyn till verksamhetens eller åtgärdens art och omfattning för att skydda människors hälsa och miljö mot skada eller olägenhet

**3 § Försiktighetsmått** – Försiktighetsmått skall vidtas så snart det finns skäl att anta att en verksamhet eller åtgärd kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. I samma syfte skall användas bästa möjliga teknik.

**4 § Kemiska produkter** – Den som utövar en verksamhet skall undvika att använda sådana kemiska produkter eller biotekniska organismer som kan ersättas med mindre farliga. Motsvarande krav gäller i fråga om varor som innehåller eller har behandlats med en kemisk produkt eller bioteknisk organism.

**5 § Hushållning med material och energi** – Den som utövar en verksamhet skall självant hushålla med energi och råvaror samt utnyttja möjligheterna till återanvändning och återvinning.

**6 § Val av plats** – Plats för en verksamhet ska alltid väljas så att minsta intrång och olägenhet för hälsa och miljö uppnås

**7 § Rimlighetsavvägning** – Hänsynsreglerna skall tillämpas efter en avvägning mellan nyttan av skyddsåtgärder, andra försiktighetsmått och kostnader.

**8 § Ansvar** – Alla som bedriver eller har bedrivit en verksamhet eller vidtagit en åtgärd som medfört skada eller olägenhet för miljön ansvarar till dess skadan eller olägenheten har upphört. Skyldighet att ersätta skadan eller olägenheten kan uppkomma.

Det är alltid verksamhetsutövaren som ansvarar för att hänsynsreglerna uppfylls. Myndighetsbeslut i ett tillståndsärendet ger ett visst skydd mot att ytterligare krav i framtiden ställs på verksamheten. Detta gäller dock endast under förutsättning att verksamhetsutövaren försett myndigheten med erforderligt beslutsunderlag.

#### 4.2.2 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer (MKN) är ett juridiskt styrmedel som regleras av 5 kap. och 16 kap. 5 § miljöbalken. Normer kan meddelas av regeringen i förebyggande syfte eller för att åtgärda befintliga miljöproblem, för att de svenska miljökvalitetsmålen ska uppnås eller för att kunna genomföra EG-direktiv. Idag finns enstaka förordningar om miljökvalitetsnormer, bl a om nitrat i vatten och om partiklar i luft. Miljökvalitetsnormerna ska beaktas men har idag i praktiken vanligen mindre betydelse för användning av material.

#### 4.2.3 Miljökonsekvensbeskrivningar

Syftet med en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) är integrera miljöhänsyn och förebygga eller mildra skador genom att identifiera och beskriva de direkta och indirekta effekter som en planerad verksamhet eller åtgärd kan medföra på

- människor, djur, växter, mark, vatten och den fysiska miljön i övrigt,

- annan hushållning med material, råvaror och energi.

MKB som verktyg är både ett systematiskt sätt att öka miljöhänsynen i planeringsprocesser och ett beslutsunderlag som ska ge särskild tyngd till miljöaspekterna vid sidan av de tekniska och ekonomiska aspekterna. En miljökonsekvensbeskrivning skall ingå i en ansökan om tillstånd att anlägga, driva eller ändra verksamheter enligt 9,11 eller 12 kap. miljöbalken eller enligt föreskrifter som har meddelats med stöd av bestämmelser i dessa kapitel. En miljökonsekvensbeskrivning ska även, i den utsträckning det behövs i det enskilda fallet, ingå i en anmälan, se 25 § Förordningen om miljöfarlighet och hälsoskydd, SFS 1998:899.

#### *Allmänna vägar och järnvägar*

Av väglagen och lagen om byggande av järnväg framgår att MKB ska utföras vid byggande av väg eller järnväg och beroende på aktuell situation även i samband med drift av väg eller järnväg. Upprättandet av MKB för allmänna vägar och järnvägar ska ske i enlighet med delar av miljöbalken.

#### *Skogsbilvägar*

För byggande och drift av skogsbilvägar finns inget krav i skogsvårdslagen att utföra en MKB. Byggande av skogsbilväg är en åtgärd eller verksamhet som i de flesta fall kan komma att väsentligt ändra naturmiljön därmed aktualiseras kravet på samråd enligt 12 kap. 6 § miljöbalken. Samrådet innebär en dialog mellan skogsägaren och skogsstyrelsen. Vid samrådet är det aktuellt att diskutera behov av MKB, lokalisering och tillhörande hantering av material för skogsbilvägen.

#### 4.2.4 Miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd

Kapitel 9 i miljöbalken innehåller regler om miljöfarlig verksamhet dvs all användning av mark, byggnader eller anläggningar som på ett eller annat sätt innebär utsläpp till mark, luft eller vatten eller annan risk för olägenhet för människors hälsa eller miljön.

Särskilda krav på prövning (tillståndsprövning eller anmälan) föreskrivs för olika verksamheter bl a i förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, SFS 1998:899. Till förordningen finns



en förteckning, den sk FMH-bilagan, över sådana verksamheter med tillhörande SNI-kod.

### **Allmänna vägar och järnvägar**

Byggande och drift av vägar och järnvägar är miljöfarlig verksamhet genom bland annat luft- och markföroreningar och buller. Det innebär t ex att tillsynsmyndigheten kan meddela förelägganden och förbud om de bedömer att byggandet medför störningar som utgör en oacceptabel risk för miljön utöver vad som reglerats i tillståndet i fastställd arbetsplan. Byggande av allmän väg eller järnväg är å andra sidan inte tillstånds- eller anmälningspliktigt enligt 9 kap miljöbalken utan ska prövas under väglagen (SFS 1971:948) respektive lagen om byggande av järnväg (1995:1649).

### **Skogsbilvägar**

Byggande av skogsbilväg regleras primärt av skogsvårdslagen (1979:429). Miljöbalken och dess 9 kap. gäller parallellt och behovet av en anmälan eller en tillståndsansökan vid användning av material i en skogsbilväg baseras på om användningen bl a kan leda till att mark, vattenområde eller grundvatten kan förorenas.

### **Användning av avfall för anläggningsändamål**

I bilagan till förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd anges huruvida tillståndsprovning ska utföras eller anmälningsplikt föreligger för vissa verksamheter eller åtgärder. Provning ska idag ske med avseende "uppläggning av inert avfall för anläggningsändamål" med utgångspunkt i SNI-koderna 90.007-1 och 90.007-2. Provningen som anmälningsärende eller tillståndsärende baseras på föroreningsrisk.

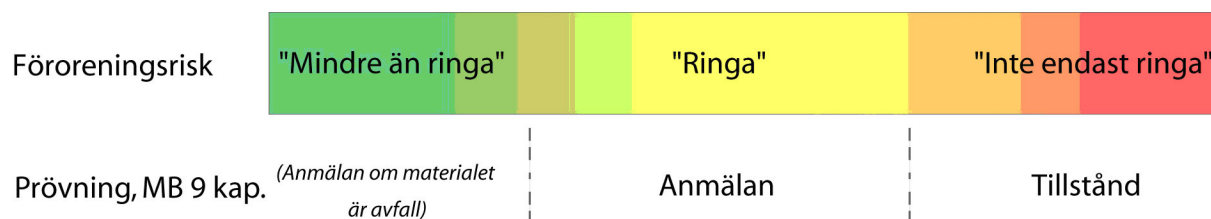
Användningen av begreppet "inert" är i detta sammanhang olycklig då begreppet per definition inte torde innebära någon nämnvärd föroreningsrisk, se bl a 3 § SFS 2001:512. Rapporten "Pröva eller inte Pröva" Naturvårdsverket (2005) utgör ett underlag för en revidering av förordningen och i den föreslås bl a att begreppen "inert" och "uppläggning" utgår. Dessa och andra ändringar planeras införas i förordningen med målsättningen att de kan träda ikraft till sommaren 2007, Gerland (2007). Det nu aktuella förslaget, Miljödepartementet (2007), lyder enligt följande:

- Tillståndsärende / B-verksamhet (SNI 90.130)  
Användning för anläggningsändamål av avfall på ett sätt som kan förorena mark, vattenområde eller grundvatten, och där föroreningsrisken inte endast är ringa.
- Anmälningsärende / C-verksamhet (SNI 90.140)  
Användning för anläggningsändamål av avfall på ett sätt som kan förorena mark, vattenområde eller grundvatten, och där föroreningsrisken är ringa.

### **Föroreningsrisk, 9 kap. miljöbalken**

9 kap. miljöbalken avser användning av mark, byggnader eller anläggningar som på ett eller annat sätt innebär utsläpp till mark, luft eller vatten eller annan risk för olägenhet för människors hälsa eller miljön. Som riktlinje för hur detta ska betraktas tillämpas i SNI-koden en gradering av föroreningsrisk. Bedömning av föroreningsrisk är platsspecifik till sin karaktär. De två grader av föroreningsrisk som föreslås för uppläggning av avfall innebär i praktiken att det inte är graden av föroreningsrisk som anger om materialet ska prövas utan dess ursprung som avfall vilket gör att det ska prövas antingen genom en anmälan eller ett tillstånd med hänvisning till SNI-koden. Å andra sidan torde utgångspunkten i graden av föroreningsrisk vara avgörande för huruvida åtgärden eller verksamheten ska betraktas som miljöfarlig verksamhet och inte om materialet är ett avfall eller en produkt. En åtgärd eller verksamhet förknippad med "mindre än ringa föroreningsrisk" torde därvid representera en situation där provning enligt 9 kap. inte erfordras, se principiellt förhållningssätt enligt Figur 4.1.

I situationen att materialet betraktas som ett avfall och är förknippat med mindre än ringa föroreningsrisk rekommenderas likväl att detta anmäls till miljömyndighet. Detta rekommenderas i syfte att samhället ska kunna följa avfallsströmmarna i en övergripande kontroll.



Figur 4.1. En bedömning av föroreningsrisk anger hur användningen av ett material ska prövas.

#### 4.2.5 Kemiska produkter och varor

Den svenska kemikalielagstiftningen är i och med miljöbalkens införande en integrerad del av miljölagstiftningen och kan återfinnas i 14 kap. miljöbalken med följdlagstiftning. Kemikalieinspektionen (KemI) är den centrala myndigheten på området vars hemsida innehåller information för att underlätta efterföljandet av regelverket ([www.kemi.se](http://www.kemi.se)).

Beteckningen kemisk produkt i 14 kap. 2 § miljöbalken är ett samlingsnamn för kemiska ämnen och beredningar. En kemisk produkt kan alltså bestå av såväl grundämnen som kemiska föreningar. Den vida definitionen av kemisk produkt gör att vissa alternativa material kan komma att betraktas såsom kemisk produkt. För dessa är också de krav som miljöbalken ställer i 14 kapitlet tillämpliga. I praktiken innebär kraven bland annat att utredning som underlag för bedömning om hälso- och miljöskador som produkten kan orsaka ska finnas och att klassificeringen och märkning ska ske enligt KIFS 2005:7. Dokumentering av egenskaper görs med så kallade säkerhetsdatablad. Även i övrigt ställer kemikalielagstiftningen striktare krav på hur sådana produkter skall hanteras.

För vissa utpekade kemiska ämnen är användningen i både kemiska produkter och varor reglerad och begränsad. På KemI:s hemsida finns Begränsningsdatabasen och andra databaser, [www.kemi.se/](http://www.kemi.se/), där begränsningar m m för olika ämnen och ämnesgrupper finns listade.

#### Varor

Miljölagstiftningens krav på hantering av varor hänförs i princip enbart till miljöbalkens övergripande hänsynsregler, dvs 2 kap. Förutom då varor innehåller vissa i lagstiftningen särskilt utpekade kemikalier (se avsnittet om kemikalier ovan). Regeringen eller utsedd myndighet får föreskriva om miljöbalkens bestämmelser för kemiska produkter ska tillämpas på en vara som innehåller eller har behandlats med en kemisk produkt.

Bristen på tydliga lagstiftningskrav när det gäller dokumentation av kemiska varors miljö- och hälsofarlighet ses allmänt som en svårighet för användare att aktivt kunna göra ett bra materialval. Framtida lagstiftning kan därför förväntas höja kraven på sådan information.

Givet att materialet betraktas som en kemisk produkt eller vara aktualiseras 14 kap. För applikationer där Vägverket och Banverket är beställare tillämpas deras respektive kemikaliehanteringssystem för miljöbedömningar. Systemet innefattar även en förteckning av ämnen vars hantering medför oacceptabla risker, se [www.vv.se](http://www.vv.se) eller [www.banverket.se](http://www.banverket.se). Tydligare krav förväntas komma med den nya kemikalielagstiftningen, benämnd REACH. I den nya EU-lagstiftningen kommer företagen att få ett tydligare ansvar för att undersöka sina kemiska ämnens hälso- och miljöfarlighet. Företagen ska bl a riskbedöma och redovisa hur ämnena kan hanteras säkert och särskilt farliga ämnen får inte användas utan tillstånd. Mer information finns på [www.kemi.se](http://www.kemi.se).

#### 4.2.6 Avfall

EG-lagstiftningen inom avfallsområdet har genom bland annat 15 kap. miljöbalken och avfallsförordningen SFS 2001:1063 införlivats i svensk rätt. Vad som juridiskt bedöms vara avfall enligt 15 kap. 1 § är det samma som anges i EG:s ramdirektiv 75/442/EEG om avfall d.v.s. ”...varje föremål, ämne eller substans som ingår i en avfallskategori och som innehavaren gör sig av med, avser att eller är skyldig att göra sig av med”. Genom att den svenska miljölagstiftningen är direkt kopplad till EG-lagstiftningen är vi i Sverige hänvisade till att noggrant följa EG-domstolens praxis på området. Någon möjlighet att genom föreskrifter på nationell nivå undgå det EG-rättsliga avfallsbegreppet finns inte.

Ambitionerna i avfallslagstiftningen ger att ett avfall bör undersökas och behandlas så att möjligheterna till vidareutnyttjande eller återanvändning gynnas. Det är ingår alltså att utreda möjligheterna till återvinning av avfall såväl som alternativen för deponering av avfall.

#### **Farligt avfall**

Den primära lagstiftning som reglerar de bedömningar och kriterier som skall tillämpas för att ange ett materials miljö- och hälsofarlighet är densamma oberoende av om ett material betraktas som en kemisk produkt eller ett avfall. Detta innebär att ett material som betraktas (klassificeras) som en miljö- och hälsofarlig produkt i regel klassificeras som ett farligt avfall om produkten kasseras. Klassning av hälso- och miljöfarlighet skiljer sig i vissa fall mellan kemikalie- och avfallslagstiftningen, se t ex Elert et al (2006). Det finns inget formellt hinder i lagstiftningen att nyttiggöra material som klassificerats som farligt avfall. Farligt avfall och andra avfall kan även bearbetas så att dess farliga egenskaper reduceras för att få en annan klassificering eller minska de farliga egenskaperna.

Nyttiggörande av farligt avfall för anläggningsändamål betraktas som mindre lämpligt varför det bör undvikas.

#### **Karaktärisering av avfall för deponering**

Särskilda regler gäller i samband med deponering av avfall där Naturvårdsverkets föreskrifter NFS 2004:10 föreskriver att avfall som ska deponeras skall ha genomgått en grundläggande karaktärisering. Den grundläggande karaktäriseringen ska

innehålla uppgifter om bl a avfallets ursprung, sammansättning och lakegenskaper, deponeringsklass samt även innehålla en bedömning av huruvida avfallet kan återvinnas eller materialutnyttjas.

Mottagningskriterierna, se NFS 2004:10, är inte avsedda för att bedöma om ett material är lämpligt för användning för anläggningsändamål. Kriterierna är avsedda för att avgöra vilken deponeringsklass avfallet ska hänföras till. De undersökningar som görs i syfte att karaktärisera avfallet för deponering kan dock vara lämpliga som del av underlaget i samband med miljöbedömningar.

I Bilaga 2 ges en översikt till den lagstiftning som aktualiseras vid användning av alternativa material med utgångspunkt i att materialet betraktas som ett avfall. Bilagan ger en principiell översikt och är riktad primärt för juridiska ställningstaganden. För den praktiska tillämpningen hänvisas till Kapitel 5 i denna vägledning.

#### **Avfall eller produkt?**

Avfallsdefinitionen utgör ofta gränsdragningen då det i dagsläget inte finns definitioner för produkter. Arbetet med att ta fram sådana pågår inom ramen för översynen av avfallsdirektivet 75/442/EEC. Det är ofta klart hur ett material ska betraktas men det finns också gränsfall där det är lämpligt att noggrant undersöka vilka bestämmelser som ska tillämpas. För materialproducenten i synnerhet är det centralt att ha ett genomtänkt förhållningssätt till miljölagstiftningen för det aktuella materialet och vara tydlig huruvida materialet betraktas som en produkt eller avfall. Samtidigt ska byggherren begära in klagoranden avseende de material som ska nyttiggöras.

#### **Kriterier för återvinning av avfall i anläggningsarbeten**

Naturvårdsverket har i uppdrag av regeringen att ta fram kriterier för återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Målet är att det senast 2007 ska finnas rättsligt bindande kriterier för återvinning av avfall i anläggningsarbeten i syfte att öka andelen avfall som återvinns utan risk för skadliga miljö- och hälsoeffekter.

### **Avvägning mot miljömål**

Avvägning av resursaspekter ska göras inom ramen för en eventuell MKB. Den bedömning av föroreningsrisk som görs enligt 9 kap. miljöbalken är platsspecifik till karaktären. Avvägningar som t ex resursaspekter enligt 2 kap. miljöbalken ska utföras och dokumenteras t ex som ett del av underlaget i anmälan eller tillståndsansökan.

#### **4.2.7 Ansvar**

Miljörättsligt har byggherrar som Vägverket och Banverket ett tydligt ansvar i egenskap av verksamhetsutövare. Fastighetsägaren, t ex med avseende på en skogsbilväg, har på motsvarande sätt ett tydligt ansvar i egenskap av verksamhetsutövare. Det finns flera slag av juridiskt ansvar som påverkar de olika aktörerna (byggherre tillika ofta beställare, utförare, producent, fastighetsägare) i byggprocessen vid felaktig användning av alternativa material. Detta kan exempelvis aktualiseras då användandet av ett material ger upphov till skador i omgivningen eller dålig funktion hos konstruktionen.

Att ansvar aktualiseras kan bero på att materialanvändandet är reglerat i avtal mellan byggherre och entreprenör. Byggherre t ex Vägverket kan, om entreprenören genom materialhanteringen brutit mot avtalet, kräva skadestånd av entreprenören på civilrättslig grund. Samtidigt kan Vägverket såsom verksamhetsutövare drabbas av skadeståndskrav från fastighetsägare med hänsyn till miljöbalkens regler om ansvar för skador en verksamhet orsakat sin omgivning. Både beställare, konsult och entreprenör kan på grund av en felaktiga materialhantering bli åtalade för miljöbrott av åklagare. Normalt brukar åtal riktas mot verksamhetsutövaren d.v.s. mot någon i ledande position hos verksamhetsutövaren, t ex beställarens projektledare eller entreprenörens platschef. Med hänsyn till att verksamhetsutövarebegreppet getts en vid tolkning i rättspraxis finns risk för åtal även mot entreprenör eller konsult. Det är även så att verksamhetsutövaren kan åläggas att åtgärda den uppkomna skadan. Ur ansvarsynpunkt är det alltså viktigt att samtliga aktörer är noggranna med utformning och efterlevnad av inbördes avtal och att ansvarsgränser tydliggörs.

#### **4.2.8 Produkter**

Begreppet ”produkt” saknar definition i miljölagstiftningen. Om ett material betraktas som en pro-

dukt skall inte användningen regleras av avfalls- lagstiftningen. Det finns särskilda regler om kemiska produkter och varor. I övrigt skall hantering, transport och användning av produkterna och materialen i huvudsak regleras av miljöbalkens grundprinciper och avvägningar vid val av material ska utföras i enlighet med de allmänna hänsynsreglerna. Notera att tillverkning och framställning av material i sig kan kräva tillstånd.

#### **Miljömärkning**

Ett sätt att inleda en produktifiering av material är att dokumentera dess egenskaper. Säkerhetsdatablad och frivilliga informationssystem som miljömärkning eller miljövarudeklaration är aktiva redskap för bra materialval utifrån miljösynpunkt. En miljövarudeklaration ger kvantifierad miljöinformation om ett material. Utgångspunkten för en miljövarudeklaration är att den ska innehålla neutral miljöinformation och att det är mottagaren som tolkar och använder den. En deklaration bör innehålla relevanta miljöaspekter för det aktuella materialet och vara strukturerad så att den är lätt att tolka. Den bör också täcka ett från vaggan till gravens perspektiv. Ansvaret för att ta fram deklARATIONEN ska ligga på leverantörsledet, dvs hos materialproducenten.

Användning av nya byggvaror kan underlättas om positiv miljömärkning i form av miljövarudeklARATIONER tas fram.

Aktuella exempel på miljömärkning är den mall för byggvarudeklARATIONER som tagits fram av byggsektorns kretsloppsråd, se [www.kretsloppsradet.se](http://www.kretsloppsradet.se). Kretsloppsrådets mall är under uppdatering och en ny version förväntas publiceras under 2007. Inom ramen för EKV-delegationen har idag ett frivilligt verktyg för inköpare tagits fram. Verktyget omfattar bland annat miljövarudeklARATIONER så kallade EPD och stöd för upphandling, se [www.miljostyrning.se/](http://www.miljostyrning.se/). För användning av kemiska produkter kräver både Vägverket och Banverket säkerhetsdatablad för godkännande, se vidare i Kapitel 4.

Byggsektorns BASTA-projekt syftar till att fasa ut användningen av ämnen med särskilt farliga egenskaper ur kemiska produkter och byggvaror, [www.bastaonline.com](http://www.bastaonline.com).

Baserat på miljövarudeklaration (t ex säkerhetsdatablad) och information rörande den aktuella användningen av produkten görs en bedömning av föroreningsrisk som underlag för MKB eller beslut om eventuell prövning enligt 9 kap. miljöbalken.

### **Byggproduktdirektivet**

Den hälso- och miljöpåverkan som bygg- och anläggningsprodukter kan ha under ett byggnadsverks bruksskede behandlas i Byggproduktdirektivet väsentliga krav nummer 3, Hälsa och miljö. De harmoniserade Europastandarderna – dvs. sådana produktstandarder som ligger till grund för CE-märkning - ska således behandla dessa frågor. CE-märkning har emellertid hittills sällan inkluderat hälso- och miljöaspekterna. Det beror på att det har varit svårt för CEN att utan detaljstyrning från den Europeiska kommissionen och EU-medlemsländerna komma fram till hur de ska behandlas i standarderna. Nu har emellertid Europeiska kommissionen givit sådana detaljanvisningar i form av ett standardiseringuppdrag (mandat) till CEN. CEN har i uppdrag att ta fram generellt applicerbara provningsmetoder avseende avgivning (eller i undantagsfall innehåll) av de hälso- och miljöfarliga ämnen som i dag är reglerade i något EU-lands lagstiftning. I arbetet ingår att utarbeta riskscenarior och standardiserade metoder för provtagning, provning och analys avseende emission till inomhusluft och urlakning av ämnen från bygg- och anläggningsprodukter till mark, yt- och grundvatten.

### **4.3 Arbetsmiljölagstiftning**

Arbetsmiljölagen (SFS 1977:1160) antogs av riksdagen 1977 och trädde i kraft den 1 juli 1978. Därefter har den ändrats ett flertal gånger genom olika föreskrifter. Regeringen utfärdar också en arbetsmiljöförordning med kompletterande regler.

Arbetsmiljölagen ger de grundläggande kraven i arbetsmiljöarbetet. Medan Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS) mer i detalj anger de krav och skyldigheter som ställs på arbetsmiljön.

Arbetsmiljölagstiftningen, är tillämplig oavsett ett materials ursprung. Det finns alltså inte någon generell skiljelinje för kemiska produkter, varor, avfall eller produkter.

### **4.4 Väglagen**

Denna lag, SFS 1971:948, gäller för allmän väg, dvs för allmän samfärdsel på upplåten väg som hålls av staten eller en kommun. Till väg hör vägbana och övriga väganordningar. Vägområde utgörs av den mark, som tagits i anspråk för väganordning. Vid prövning av ärenden enligt väglagen skall 2 – 4 kap., 5 kap. 3 § och 16 kap. 5 § miljöbalken tillämpas.

Väghållning omfattar byggande av väg och drift av väg. Byggande av väg innefattar anläggning av ny väg, omläggning av väg i ny sträckning samt ombyggnad av väg. Till drift av väg räknas bl a underhåll, reparation och andra åtgärder samt service och förbättringsåtgärder.

Miljöbalken gäller parallellt med väglagen. När det gäller den parallella tillämpningen är det endast frågorna om renhållning av väg som väglagen förutsätts reglera exklusivt. Med renhållning av väg avses t ex snöröjning eller städning. I övrigt kan tillsynsmyndigheten ställa krav baserade på miljöbalkens regler när det gäller frågor som inte omfattas av den upprättade arbetsplanen.

#### **4.4.1 Byggande av väg**

I samband med byggande av väg aktualiseras krav på genomförande av miljökonsekvensbeskrivningar i olika planeringsskedena. I de senare planeringsskedena; vägutredning och arbetsplan föreligger ett krav på genomförande av MKB. Även för väg- och trafikåtgärder där MKB inte är obligatoriskt bör vid behov, som framkommer t ex vid det första planeringsskedet i en förstudie, utförda analyser dokumenteras som MKB, Vägverket (2002). I vissa fall tillämpas ett så kallat förenklat förfarande vilket innebär att förstudie, arbetsplan och bygghandling genomförs med en mindre omfattande samrådsprocess. I detta förfarande kvarstår dock kravet på att genomföra en MKB inom ramen för arbetsplanen. I Vägverkets författningssamling finns detaljerade bestämmelser om förstudier, vägutredning, samråd och MKB. Vägverkets handbok för MKB, Vägverket (2002) är ett hjälpmedel vid tillämpning av miljökonsekvensbeskrivningar inom vägsektorn.

#### **4.4.2 Drift av väg**

Förbättringsåtgärder, t ex anläggning av en ny överbyggnad, hänförs ibland till drift av väg. Vid drift av väg finns inga formella krav i väglagen att upp-



rätta en MKB. Här gäller, som tidigare nämnts, miljöbalken parallellt och vid användning av material aktualiseras, 2 kap., 9 kap. eller 12 kap. 6 § miljöbalken för att bedöma om åtgärden kan komma att medföra en väsentlig påverkan på naturmiljön. I denna bedömning ingår också att klargöra i vilken grad den förväntade miljöpåverkan avviker från förutsättningarna för gällande vägrätt.

#### **4.4.3 Vägverkets ledningssystem**

Både Vägverket och Banverket är anslutna till ledningssystem som ställer specifika krav. För Vägverket gäller ledningssystemet för deras sätt att arbeta. Det är ett integrerat ledningssystem som bygger på krav enligt ISO 9001: 2000, ISO 14001:1996 och AFS 2001:1. Inom ramen för ledningssystemet finns en beskrivning av de olika processerna bl a byggskedet samt hänvisningar till gällande miljödokument och krav.

#### **4.5 Vägverkets krav**

Detta kapitel beskriver allmänna krav som finns angivna i Vägverkets tekniska beskrivningar. AnläggningsAMA som följer det sk AMA-systemet gäller generellt i byggbranschen och både Vägverket och Banverket är anslutna. ATB Väg inarbetas regelbundet i AnläggningsAMA dock normalt inte lika ofta som ATB Väg uppdateras.

##### **4.5.1 ATB Väg**

ATB VÄG 2005 är en allmän teknisk beskrivning som innehåller Vägverkets krav på byggande, underhåll och bärighetsförbättring av vägobjekt. Till ATB Väg hör en rad metodbeskrivningar som beskriver metoder för att bestämma olika egenskaper eller funktioner.

ATB Väg skall användas vid Vägverkets upphandlingar av projekteringar och utföranden av vägobjekt. I Kapitel A ”Gemensamma förutsättningar” anges övergripande funktionella krav på bl.a. vägkonstruktionens tillstånd, bärförmåga och beständighet, jämnhet samt tjälskydd.

##### **Avsteg**

Andra tekniska krav än de som anges får tillämpas efter att de godkänts enligt den procedur som beskrivs i ATB Väg.

##### **Kontroll och verifiering**

I Kapitel A7 och A8 beskrivs allmänna krav relaterat till kontroll och verifiering av produkter. En-

treprenören ska verifiera att ställda krav är uppfyll- da. Om byggprodukten har bestyrkta egenskaper kan en förenklad mottagningskontroll utföras i annat fall skall en sk mottagningskontroll utföras.

Om inget annat framkommit förutsätts tillverkar- försäkran med stöd av egenkontroll att gälla. Veri- fiering av att en produkt uppfyller ställda krav kan ske genom att produkten är certifierad eller genom tillverkarförsäkran.

##### **Miljökrav**

Under rubriken A8.2 ”Hygien, hälsa och miljö” anges följande krav.

Material får användas om de accepteras av bestäl- laren och

- är acceptabla ur miljö- och hälsosynpunkt
- inte ger problem vid återanvändning, depone- ring eller destruktion

##### **Dokumentationskrav**

Dokumentationskravet i avsnitt A9.2 innebär att sådana material som kan påverka miljön på ett ne- gativt sätt ska dokumenteras med avseende på ke- misk sammansättning, placering, vidtagna skydds- åtgärder och krav på hantering. Användning av nya typer av material som bedömts godtagbara ur mil- jösynpunkt ska dokumenteras om betryggande be- visning om materialets oskadlighet saknas. Mate- rial som kan orsaka skada vid oriktig behandling skall dokumenteras med avseende på läge, sam- mansättning, skyddsåtgärder och krav på behand- ling.

##### **4.5.2 ATB Krossad betong i vägkonstruktioner**

ATB Krossad betong, Vägverket (2004), är en all- män teknisk beskrivning som omfattar projekte- ringsförutsättningar, utförande och kontroll av kros- sad betong i vägkonstruktioner.

##### **4.5.3 Luftkyld Masungsslag – hyttsten – i vägkonstruktioner**

Den tekniska beskrivningen omfattar projekterings- förutsättningar, utförande, redovisning och kontroll av hyttsten i vägkonstruktioner, Vägverket (2005).

##### **4.5.4 Miljökrav vid upphandling av entreprenader och tjänster**

Miljökrav vid upphandling av entreprenader och tjänster, Vägverket (2006), är en handledning för

utförning av miljökrav i upphandlingar. I publikationen beskrivs bl a att en miljöplan skall upprättas, krav avseende hantering av kemiska produkter, fordon m m.

#### 4.5.5 Kemikaliehantering

Vägverket och Banverket har ett samarbete avseende kemikaliehanteringen och gemensamma krav och kriterier avseende kemiska produkter. Kemiska produkter ska granskas och godtas av myndigheternas kemikalieråd.

Inom ramen för kemikaliehanteringssystemet finns en förteckning av bedömda kemiska ämnen vars hantering medför oacceptabla risker. Undantag medges endast om alternativt föreligger. Mer information finns på [www.vv.se](http://www.vv.se).

#### 4.6 Lagen om byggande av järnväg

Denna lag (SFS 1995:1649) avser järnväg och tillämpas även på tunnelbana och spårväg. Med järnväg avses i denna lag spåranläggning för järnvägs trafik. Till en spåranläggning hör spår och de övriga fasta anordningar som behövs för spårens bestånd, drift eller brukande, signal- och säkerhetsanläggningar i övrigt, trafikledningsanläggningar samt anordningar för elförsörjning av trafiken.

Lagen om byggande av järnväg gäller parallellt med miljöbalken.

Förfarandet vid byggande av järnväg följer samma struktur som det för vägar enligt väglagen. Vid planläggning av järnväg och vid prövning av järnväg ska 2–4 kap., 5 kap. 3 § och 16 kap. 5 § miljöbalken tillämpas. På samma sätt som för byggande av vägar är byggande av järnväg indelat i olika steg från förstudie, järnvägsutredning till järnvägsplan. Järnvägsplanen fastställs av Banverket. Om det finns särskilda skäl kan frågan hänskjutas till regeringen för prövning. Banverket har i handböcker tagit fram ett stöd för genomförande av förstudie BVH806.1, järnvägsutredning BVH806.2 och järnvägsplan BVH806.3.

Vid planläggning, byggande och underhåll av järnväg skall hänsyn tas till både enskilda intressen och allmänna intressen såsom miljöskydd, naturvård och kulturmiljö.

Av lagen om byggande med järnväg framgår att miljökonsekvensbeskrivningar ska utföras i järn-

vägsutrednings- och järnvägsplaneskedet. Upprättandet av miljökonsekvensbeskrivningar ska ske i enlighet till vissa delar av miljöbalken och är snarlik den process som tillämpas av Vägverket, se föregående kapitel.

Industrispår och hamnspår inom den egna fastigheten omfattas inte av kravet på järnvägsplan och behöver därmed eventuellt prövas i annan ordning enligt miljöbalken beroende på utförningen, t.ex. uppläggning av material och tillstånd för vattenverksamhet.

#### 4.6.1 Underhåll av järnväg

Underhåll, t ex anläggning av en ny banöverbyggnad, hänförs ibland till underhåll av järnväg. Vid underhåll av järnväg finns inga formella krav i lagen om byggande av järnväg att upprätta en MKB. Miljöbalken gäller dock parallellt och 2 kap., 9 kap. eller 12 kap. 6 § för att bedöma om åtgärden kan komma att medföra en väsentlig påverkan på naturmiljön kan aktualiseras.

#### 4.7 Banverkets krav

Banverket tillämpar en modell benämnd FU 2000, Banverket (2003) för sin upphandling. I modellen finns mallar avseende upphandling av utförande-entreprenader, totalentreprenader och konsulttjänster. I modellen ingår generella kravdokument beträffande kvalitet, miljö, arbetsmiljö samt trafik- och elsäkerhet, av vilka framgår Banverkets minimikrav inom respektive område. I de generella kravdokumenten gällande miljökrav för konsulter och entreprenörer behandlas bl a miljöaspekter, avfall, hantering av material och kemiska produkter.

#### 4.7.1 Kemikaliehantering

Banverket och Vägverket har ett samarbete avseende kemikaliehanteringen och gemensamma krav och kriterier avseende kemiska produkter. Kemiska produkter ska granskas och godtas av myndigheternas kemikalieråd. Kemikalierådets granskning bygger på de uppgifter som lämnats vid anmälan. En godkänd produkt innebär ej att den är granskad för vidare användning. Granskningen av kemiska produkter är en intern prövning och alla beslut har villkor kopplade till produkt och användningsområde. Inom ramen för kemikaliehanteringssystemet finns en förteckning av bedömda kemiska ämnen vars hantering medför oacceptabla risker. Undantag medges endast om alternativt föreligger. Mer information finns på [www.banverket.se](http://www.banverket.se).

#### 4.7.2 Hantering av schaktmassor

Avfall skall omhändertas med hänsyn till största möjliga återvinning, återanvändning och minsta miljöbelastning. Som stöd för hantering av schaktmassor har Banverket upprättat en handbok betecknad BVH 585.85. Utgångspunkten är att massorna alltid ska hanteras så att spridning av eventuell förorening undviks.

#### 4.7.3 Tekniska krav

Banverket har tagit fram ett antal handböcker för utformning av järnväg eller bana, de som är aktuella för utformning av bankonstruktioner är bland annat:

BVS 581.161,	Järnvägs AMA
BVH 585.31,	Typsektioner för banan
BVS 585.52,	Makadamballast för järnväg
BVS 585.53	Frostskydd med cellplast i befintligt spår
BVS 585.11	Lättyllning i järnvägsbankar
BVS 585.12	Trafiklaster vid dimensionering av bankonstruktioner
BVF /BVH 585.10	Stabilitetsanalyser
BVF 585.13	Jorddynamiska analyser
BVF 585.14	Tillåtna sättningar i banunderbyggnad och undergrund

*Idag är i praktiken alternativa material aktuella enbart i banvallens frostisoleringslager eller underbyggnad, se vidare Kapitel 6.*

#### 4.8 Skogsvårdslagen

Det finns ingen särskild lag som rör byggande av skogsbilvägar, jämför Väglagen, utan byggande och drift faller under skogsvårdslagen, SFS 1979:429. Skogsvårdslagen behandlar skogen som nationell tillgång som skall skötas så att den uthålligt ger god avkastning och samtidigt behåller den nationella mångfalden.

Miljöbalkens 7 kap. och 30 § Skogsvårdslagen tydliggör ansvaret hos markägaren att samråda med skogsstyrelsen i syfte att undvika eller begränsa effekter på natur- och kulturmiljön. Med denna bakgrund kan en MKB erfordras. Samtidigt åligger det markägaren att göra en bedömning av om materialvalet föranleder någon prövning enligt 9 kap., 14 kap. eller 15 kap. miljöbalken.

#### 4.8.1 Krav på skogsbilvägar

I Skogsvårdsstyrelsens (idag skogsstyrelsen) anvisningar för projektering och byggande av skogsbilväg klass III och IV, Skogsvårdsstyrelsen (odat). Anvisningarna gäller huvudsakligen för skogsbrukets behov där virkestransport kan ske med lastbil. De avser vidare användning av krossat berg eller naturgrus som överbyggnadsmaterial.

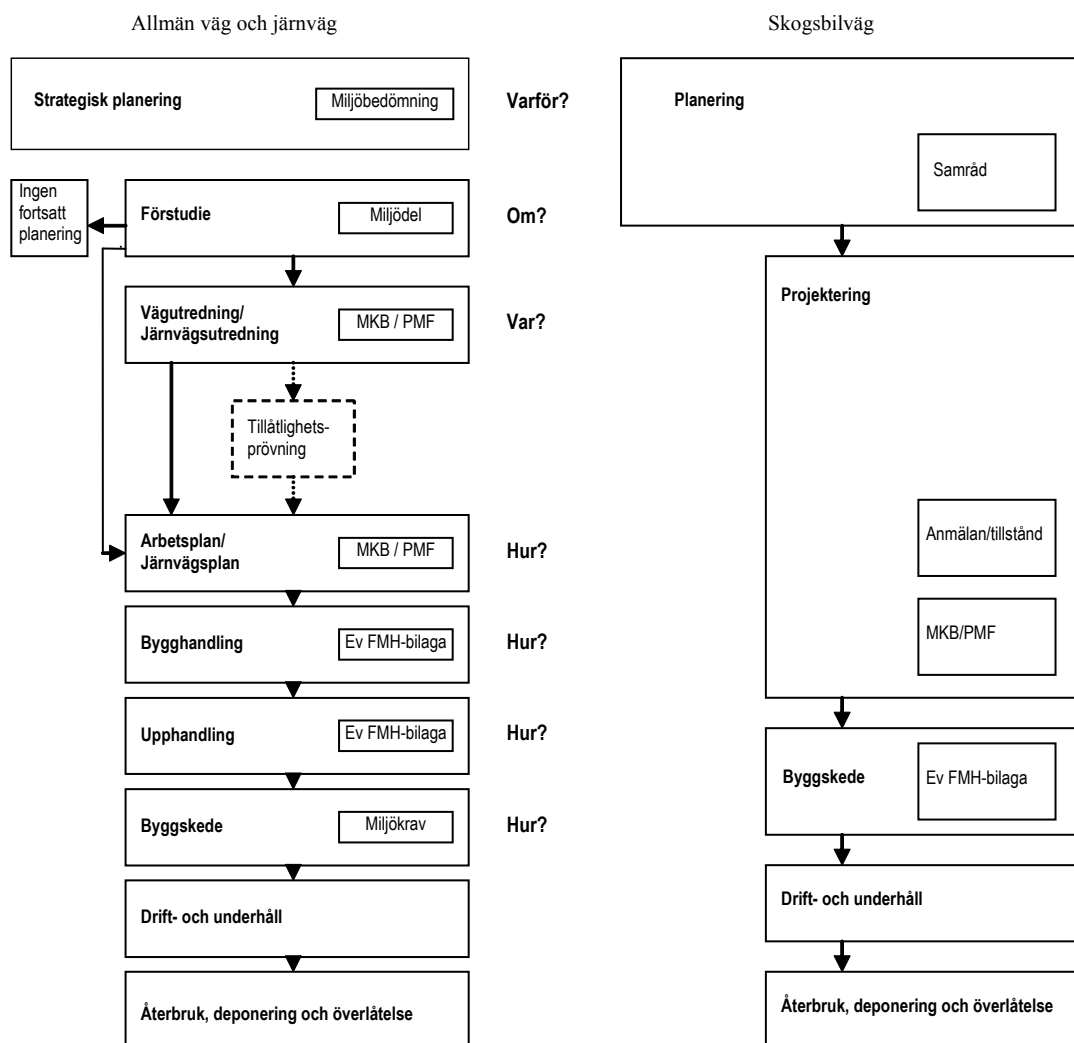
Andra exempel på stöd är ”Skogsbilvägar, service, underhåll och upprustning”, Skogforsk (1992) och ”Planera och bygga skogsbilväg”, Skogsstyrelsen (1999), ”Projektering och byggande av enskilda vägar”, Vägverket (1991) samt ”Grus under maskineriet”, Svenska kommunförbundet (2004).

## 5. Planering, byggande och drift

Kapitlet beskriver förfarandet och viktiga aspekter att beakta vid planering, byggande och drift med alternativa material. De olika skedena beskrivs med avseende på hur alternativa material ska behandlas och hur miljöbedömningar utförs på olika sätt beroende på vilket planeringsskede, aktören befinner sig i, se Figur 5.1. Kapitlet är inriktat på allmänna vägar och järnvägar samt skogsbilvägar. Planeringsprocessen enligt Figur 5.1 för allmänna vägar är snarlik den för järnvägsprojekt.

### Allmänna vägar och järnvägar

Vägverkets och Banverkets projekteringsprocess är likartade och därför behandlas de gemensamt i kapitlet. Projekteringsprocessen beskrivs med utgångspunkt från hur alternativa material ska behandlas. I vissa fall som t ex vid ombyggnad kan bygghandling utföras direkt utan föregående steg.



Figur 5.1 Bedömning av miljöaspekter i olika planeringsskeden för allmänna vägar samt skogsbilvägar, Bearbetad efter Vägverket (2002).

## **Skogsbilvägar**

För skogsbilvägar kan i första hand Kapitel 5.3 om projektering i arbetsplanen/järnvägsplanen tillämpas, medan miljöfrågorna för skogsbilvägar behandlas separat i Kapitel 5.10.

### **5.1 Strategisk planering**

Strategisk planering i väg- och banssektorn utförs i form av Nationell väghållningsplan och Länsplan för regional transportinfrastruktur. Miljöaspekter ingår i denna planering men de underbyggs inte av särskilt omfattande underlag. Vad gäller material så gör länsstyrelser och kommuner materialförsörjningsplaner. Metodutveckling pågår för hur miljöbedömningar skall utföras då scenarier för materialförsörjning studeras se vidare Kapitel 7.2.

### **5.2 Förstudie**

Inom ramen för förstudien skall förutsättningarna klargöras för den fortsatta planeringen och samråd hållas mellan Vägverket/Banverket och Länsstyrelsen. Länsstyrelsen ska fatta beslut om projektet kan antas medföra betydande miljöpåverkan eller inte. I förstudien tas problemställningar och konflikter upp som kan vara förknippade med väg- eller järnvägsprojektet och det avgörs om projekteringen ska fullföljas eller inte.

*Nivån i en förstudie är övergripande varför materialval normalt inte bedöms relevant att föra in här på annat sätt än att lyfta fram möjligheten att nyttja alternativ materialförsörjning.*

### **5.3 Väg- eller järnvägsutredning**

En väg- eller järnvägsutredning görs när alternativa sträckningar behöver studeras. I utredningen ska de olika alternativen jämföras med varandra och med alternativet att behålla befintlig väg/järnväg eller att förbättra den. I samband med jämförelsen görs en grov bedömning av effekter och kostnader för varje alternativ. Väg- eller järnvägsutredningen utgör underlag för val av vägsträckning och trafikteknisk standard och ger svar på frågan Var ska vägen/järnvägen byggas?

En MKB ska utföras i väg- eller järnvägsutredningsskedet Inom ramen för en MKB ingår att bedöma bl a materialförsörjning och den aktuella miljöpåverkan av emissioner för det enskilda fallet, t ex en väg- eller bansträcka. Aspekter på genomförande av MKB med tillhörande platsspecifik miljöbedömning av föroreningsrisk redovisas i Kapitel 7.

Miljöpåverkan av material bör för det enskilda fallet belysas i MKB, Vägverket (2002).

### **Materialförsörjning**

Alternativen av väg-/järnvägskorridorer rangordnas bland annat med hänsyn till resursbehov. För att kunna göra detta bedöms för varje alternativ tillgängliga befintliga täkter, behovet av nya täkter, möjligheten till återvinning eller återanvändning av konstruktioner i väg-/järnvägskorridoren och även möjligheten att använda alternativa material. I samtliga fall bedöms såväl tillgången på material som dess lämplighet och miljötekniska egenskaper. Resultatet blir en grov uppskattning av materialåtgången efter att massbalans och materialbalans eftersträvs.

### **Hur kommer de alternativa materialen in i väg-/järnvägsutredningsskedet?**

För att en konstruktion med alternativa material ska kunna föreslås måste tillgången på sådana material och deras egenskaper vara kända. Lämpliga material på den aktuella orten kan hittas med hjälp av rapporten "Inventering av restprodukter som kan utgöra ersättningsmaterial för naturgrus och bergkross i anläggningsbyggande", Wik et al (2003). Materialförsörjningsplaner hos länsstyrelser eller kommunala hushållningsplaner är instrument som också kan användas.

*Det rekommenderas att MKB:n utformas så att den möjliggör användning av alternativa material, i de fall alternativa material finns att tillgå och det kan komma att bli aktuellt med användning.*

### **5.4 Arbetsplan/Järnvägsplan**

I arbetsplanen/järnvägsplanen beskrivs vilken sträckning och utformning som vägen/järnvägen kommer att få och vilken mark som behöver tas i anspråk för byggandet. Utformningen avser både plan, profil och tvärsnitt för väg- eller järnvägssträckningen.

I en arbetsplan/järnvägsplan ska en MKB som omfattar det projekt (sträckning) som ska genomföras godkännas av Länsstyrelsen. Arbetsplanen/järnvägsplanen fastställs av Vägverket respektive Banverket i samråd med Länsstyrelsen, dessa är jämställda med tillstånd enligt miljöbalken. Om



Vägverket/Banverket och Länsstyrelsen har olika uppfattningar ska fastställelsen hänskjutas till regeringen för prövning.

### **MKB**

I arbetsplane- och järnvägsplaneskedet görs en mer detaljerad MKB än i en väg- och järnvägsutredning. Formellt sett har en MKB olika krav på innehåll beroende på om projektet anses medföra betydande miljöpåverkan eller inte. För att kunna väga olika materialval i konstruktionen mot varandra bör de punkter tas med som omfattas av ett projekt som kan antas medföra betydande miljöpåverkan. Aspekter på genomförande av MKB med tillhörande platsspecifik miljöbedömning av föroreningsrisk redovisas i Kapitel 7.

Förutom de anvisningar om omfattningen av en MKB som finns i 6 kap. miljöbalken står det i 2 kap. 2 § järnvägslagen att skyddsåtgärder och försiktighetsmått särskilt ska anges i järnvägsplanen. En fastställd arbetsplan eller järnvägsplan är jämförbar med ett tillstånd meddelat enligt miljöbalken.

### **Materialförsörjning**

Eftersom läget och trafikstandarden för vägen/järnvägen är bestämd i detta skede kan en massbalans- och materialbalansberäkning göras. Den resulterar i uppgifter om vilken mängd och vilken typ av material som behövs. Om objektet har stora materialbehov ska det anges i arbetsplanen/järnvägsplanen om befintliga täkter och krossar i regionen är tillräckliga eller inte. Hanteringen av överskottsmassor beskrivs också, t ex användning i andra objekt eller deponering.

### **Hur kommer de alternativa materialen in i arbetsplane- och järnvägsplaneskedet?**

I väg- och järnvägsprojekt rör det sig oftast om stora volymer material. Om den tänkta väg- eller järnvägsprofilen har underskott på massor kan det alternativa materialet utgöra ett lämpligt tillskott. För att tillräcklig mängd av alternativa material ska finnas tillgänglig när det behövs bör kontakter med den aktuella producenten tas redan i arbetsplane- och järnvägsplaneskedet.

Även om massbalans föreligger uppstår ofta brist på massor av rätt kvalitet. Om tillgången på och kvaliteten hos regionens alternativa material är känd kan en alternativ väg- eller järnvägskonstruk-

tion föreslås. Det kan vara en ny konstruktion där det alternativa materialets egenskaper utnyttjas på bästa sätt, men det kan också vara en traditionell konstruktion med det konventionella materialet utbytt mot ett alternativt material med motsvarande egenskaper.

*Det rekommenderas att MKB:n utformas så att den möjliggör användning av alternativa material, i de fall alternativa material finns att tillgå och det kan komma att bli aktuellt med användning..*

## **5.5 Bygghandling**

Vid nybyggnad föregås bygghandlingen av en arbetsplan. Vid vissa ombyggnadsåtgärder kan däremot bygghandling upprättas direkt utan att arbetsplan har upprättats. Rent praktiskt så kan alternativa material eller metoder bara bli aktuellt om inte ytterligare mark måste tas i anspråk utanför vägområdet, eftersom det då krävs en ny fastställelse av arbetsplanen.

Vem som upprättar bygghandlingen beror på vilken entreprenadform som tillämpas. Vid utförandeentreprenader svarar beställaren för projekteringen och entreprenören för utförandet. Vid total- och funktionsentreprenader svarar entreprenören för såväl projekteringen som utförandet. Vid funktionsentreprenader svarar entreprenören även för underhåll under viss tid. Oavsett vem som utför arbetet så bör nedanstående frågeställningar beaktas.

- I bygghandlingsskedet görs en detaljerad dimensionering. Om alternativa material inte har behandlats i föregående skede så görs det här. MKB-processen har drivits så långt att miljöbedömningen nu fokuseras på en platsspecifik miljöbedömning av föroreningsrisk PMF, se Kapitel 7.
- Kvalitetssäkringskrav ställs och en kontrollplan för entreprenaden samt eventuellt en miljökontrollplan upprättas. Vägverket har upprättat en handledning för utformning av miljökrav relaterat till entreprenader och tjänster som kan fungera som stöd, Vägverket (2006).
- Vid användning av nya material där inte tidigare erfarenheter finns, bör krav ställas på att materialen verifieras med byggandet av en prov-

väg och att uppföljningar görs för att säkerställa funktionen. Det här blir normalt bara möjligt vid större projekt med lång byggtid och är ofta kopplat till forskningsprojekt.

- Har en arbetsplan/järnvägsplan fastställts ingår det i bygghandlingsskedet att bedöma om förändringarna som föreslås i bygghandlingen förändrar förutsättningarna för fastställelsen, dvs förändras miljöpåverkan och den MKB som ligger till grund för arbetsplanen/järnvägsplanen i den grad att omprövning erfordras? Skulle så vara fallet blir det normalt inte aktuellt med det alternativa materialet.
- En bedömning görs av behov av anmälan eller tillståndsansökan enligt 9 kap. i miljöbalken för miljöfarlig verksamhet med hänvisning till användning av ett alternativt material. Denna bedömning görs lämpligen i samråd med miljömyndigheten, se vidare Kapitel 5.5.1 (givet att arbetsplan/järnvägsplan är fastställd för allmän väg eller järnväg).

*Om det alternativa materialet är ett avfall och det inte redan behandlats i MKB:n eller kompletteringar behöver göras till befintlig MKB, så är det lämpligt att upprätta en anmälan eller tillståndsansökan (FMH-bilaga) enligt 9 kap. miljöbalken.*

### 5.5.1 Anmälan, tillstånd enligt FMH-bilagan

Krav på anmälan eller tillstånd enligt 9 kap. miljöbalken kan aktualiseras i bygg- och upphandlingsskedet vid användning av alternativa material om det inte redan finns i MKB tillståndet eller om detaljeringsgraden i befintlig MKB är sådan att verksamhetsutövaren behöver lämna mer information till tillståndsmyndigheten. Detta sker i samband med framtagande av bygghandling eller i samband med upphandling då alternativa material föreslås användas.

Generellt kan konstateras att oklarheter föreligger kring hur prövningsförfarandet ska ske enligt 9 kap i miljöbalken (MB) då byggande av allmän väg eller järnväg inte är tillståndspliktigt enligt 9 kap miljöbalken utan ska prövas under väglagen respektive lagen om byggande av järnväg. Om materialvalet inte beaktats i arbetsplanen beaktas inte

emissionerna från ett materialval i bedömningen. Det innebär att de prövande myndigheterna inte har tagit ställning till den frågan. Antingen godkänns ett alternativt material inom ramen för arbetsplanen, dvs ingen påverkan utöver den som miljökonsekvensbeskrivningen till arbetsplanen beskriver föreligger, eller så prövas frågan i annan ordning, t ex enligt 9 kap miljöbalken. I situationen att en arbetsplan finns framtagen är det dock tveksamt om ett tillståndsförfarande enligt 9 kap miljöbalken är korrekt eftersom arbetsplanen endast tolererar små avvikelser från vad som fastställts. I denna situation skulle i praktiken alltså en omprövning av arbetsplanen erfordras vilket innebär att den MKB som ligger till grund för fastställelsen skulle behöva justeras.

*I de sammanhang alternativa material nyttiggörs rekommenderas att det principiella förfarandet i Figur 5.2 används. Det innebär att behovet av en anmälan eller tillståndsansökan vid prövning baseras på bedömningen av föroreningsrisk. För alternativa material som hänförs till avfall rekommenderas dock att en prövning sker oavsett grad av föroreningsrisk.*

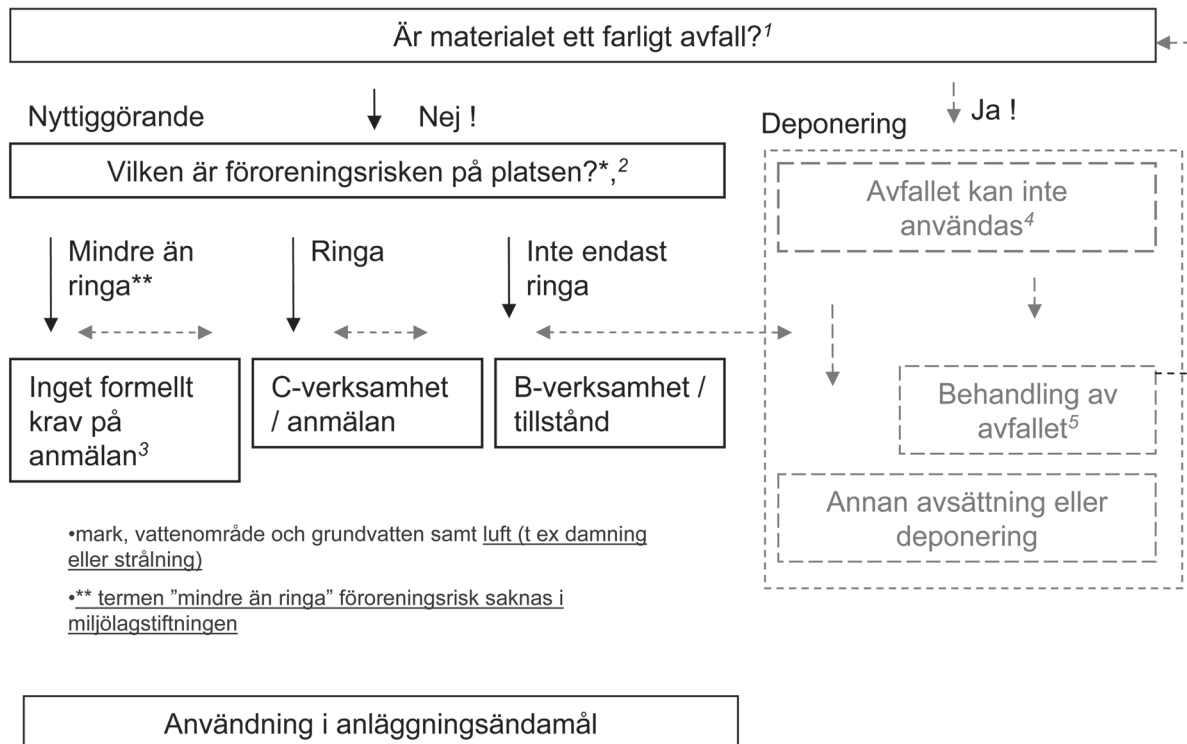
*I Bilaga 3 finns ett exempel på hur en anmälan kan utformas. För bedömning av föroreningsrisk och resursaspekter hänvisas till Kapitel 7. Vid behov kan anmälan kompletteras med en MKB enligt § 25 förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd.*

### 5.6 Upphandling

Vid utförande-, general- och totalentreprenad bör alternativa material inkluderas som en möjlighet i förfrågningsunderlaget (bygghandlingen), antingen som konstruktionslösning eller genom att öppna för sidosubbid.

Vid upphandling kan beställaren premiera miljömässiga lösningar. Här är det viktigt att beställaren kan göra en relevant teknisk- och miljömässig bedömning av de förslag som kommer in. Vid användning av material där inte tidigare erfarenheter finns och beroende på typ av material, bör krav ställas på att materialen verifieras med byggandet av en provväg och att uppföljningar görs för att säkerställa funktionen och eventuell miljöpåverkan. I vissa enstaka fall kan det vara en process som ryms inom tidsplanen för större byggprojekt. Normalt måste dock verifieringen ha skett i andra





- 1- Avfallet eller materialet kontrolleras mot avfallsförordningen SFS 2001:1063.
- 2- Som stöd för bedömning av föroreningsrisk kan Kapitel 7 "Miljöbedömning" användas.
- 3- Vid användning av AVFALL rekommenderas att anmälan upprättas även om föroreningsrisken bedöms som MINDRE ÄN RINGA.
- 4- Är materialet klassificerat som farligt avfall rekommenderas att det ej används för anläggningsändamål. Formellt finns dock inga krav som utesluter möjligheten att också nyttja material klassificerade som farligt avfall, se Kapitel 4.
- 5- Behandlas det farliga avfallet så att de inneboende egenskaperna förändras och ett nytt avfall eller material uppstår kan en ny klassning göras.

Figur 5.2. Principiellt förfarande för att avgöra om anmälan eller tillståndansökan ska upprättas.

objekt. De första fallen bör utföras i mindre känsliga objekt både ur teknisk och ur miljömässig synvinkel.

Om det blir aktuellt med ett alternativt material som inte har behandlats tidigare i planeringsprocessen så ska:

- behov av prövning enligt FMH-bilagan bedömas, är materialet ett avfall ska prövning ske, se Kapitel 5.5.1.
- en bedömning görs om förutsättningarna för genomförd MKB förändras vid användning av materialet.

I upphandlingen regleras vem som ansvarar för materialet och vilka åtgärder som vidtas om det inte fungerar som planerat. De kvalitetskrav som sätts mellan beställare och entreprenör ska även överensstämja med miljömyndigheternas krav.

I Allmänna bestämmelser för köp av varor till yrkesmässig byggverksamhet (ABM 92) regleras ansvaret för levererat material. Ansvaret för material i anläggningskonstruktion etc. regleras enligt miljöbalken, se Kapitel 4.

Garantitiden i utförandeentreprenader sätts vanligen till 2–5 år. Garantitiden väljs utifrån ekonomiska och tekniska aspekter. För vissa konstruktioner visas fel och brister inom 2 år och för ex.vis brokonstruktioner kan det dröja 5 år eller längre innan fel och brister upptäcks. För total- och funktionsentreprenader sätts vanligen garantitiden betydligt längre, upp till 10 år.

## 5.7 Byggskedet

Vid utförandet i byggskedet är det många aspekter som ska beaktas. Nedan anges dessa generellt och för mer detaljerad information hänvisas till Vägverkets befintliga tekniska beskrivningar och hand-

böcker och SGI Information 18 (2006).

Transporten kan påverka vissa material och krav kan behöva ställas på att materialet ska transporteras täckt för att skyddas mot väder och vind. Vissa material kan separera vid transport och kornstorleken kan därför variera mellan de övre och nedre delarna av massorna, vilket i vissa fall kan behöva beaktas.

Vid mottagning av material på byggarbetsplatsen ska en kontroll göras av att det efterfrågade materialet erhållits. Hur mottagningskontrollen ska göras framgår av ATB Väg Kapitel A7.1. För certifierade produkter eller produkter med bestyrkta egenskaper kan en förenklad mottagningskontroll utföras. För andra material kan kontroll göras av tekniska och miljömässiga egenskaper för att verifiera att materialet är det förutsatta. Kontrollen kan utföras av kritiska egenskaper som kornstorleksfördelning, vattenkvot eller andra relevanta parametrar beroende på typ av material och applikation.

Upplag av material kan, i vissa situationer, betraktas som mellanlager beroende på hur lång tid materialet ska ligga och var det placeras.

Hur materialen ska hanteras på plats regleras av arbetsmiljölagstiftningen. Det är framförallt vid utläggning av materialet som problem kan uppstå. De material som ska användas måste ha kontrollerats ur damnings- eller grumlingssynpunkt så att inte problem ur arbetsmiljösynpunkt eller miljösynpunkt (omgivning) uppstår på arbetsplatsen och att inte närliggande egendom förstörs. Själva arbetsutförandet kan också styras så att damning eller annan påverkan minimeras. För vissa material måste skyddsutrustning användas vid utläggning. En vägledning om grumling (Vägverket och Banverket) med riktlinjer för ny- och ombyggnation kommer 2007. Den innehåller även metoder för att minska effekterna av grumling vid infrastrukturprojekt.

Lämpligt packningsförfarande varierar stort mellan olika typer av alternativa material. Det är därför viktigt att känna till hur det specifika materialet fungerar. För vissa material som är likartade naturliga jordmaterial så kan traditionellt packningsförfarande ske med hänvisning till lämpliga packningstabeller. För andra material som t ex bot-

tenaska ska tunga utrustningar undvikas, så att inte nedkrossning sker. För mer detaljerat arbetsutförande se nämnda handböcker.

För att verifiera att kraven på tekniska och miljömässiga egenskaper uppfylls så ska kontroll i fält utföras i relevant omfattning. Det kan också finnas krav på kontrollåtgärder i tillståndet för byggnade. Miljötekniska egenskaper och omgivningsspåverkan kontrolleras på olika sätt beroende på graden av föroreningsrisk och vilka erfarenheter som finns av användning av materialet. Tekniska egenskaper kan kontrolleras dels som direktkontroll av uppnådda egenskaper på hela konstruktionen eller på olika konstruktionsdelar och dels som uppföljning av konstruktionen under längre tid. De tekniska egenskaperna kan ofta kontrolleras på liknande sätt som för traditionella material. Dynamisk packningskontroll eller kontroll av lagertjocklekar och antal överfarter kan utföras. Densiteten i fyllningen kan kontrolleras med olika metoder som t ex vattenvolymeter. För närmare information, se Kapitel 6 och 7. Material som kommer att kräva omfattande kontrollprogram i varje enskilt fall kommer troligen inte att användas i någon större omfattning. Däremot behövs kontrollprogram vid introduktion av nya material.

*I Vägverks- och Banverksprojekt krävs att relationshandlingar upprättas över hur den slutliga konstruktionen är byggd. Eventuell anmälan eller ansökan om tillstånd enligt 9 kap. miljöbalken bör också ingå i relationshandlingarna.*

I relationshandlingarna ska det framgå vilket material som använts, vilka egenskaper det har, placering i konstruktionen, mäktighet o dyl. Krav på dokumentation framgår av t ex ATB Väg kap. A9.

## 5.8 Drift- och underhåll

Här avses endast aspekten drift- och underhåll av vägar/järnvägar utförda med alternativa material i väg- eller järnvägsbanken, inte alternativa halkbekämpnings- eller dammbindningsmedel som används vid drift- och underhåll.

Relationshandlingar från bygget med uppgifter om alternativa material dokumenteras så att uppgifterna finns tillgängliga i drift- och underhållsskedet. För Vägverket kan uppgifterna läggas in i databas.

Skötselinstruktioner bör beaktas.

För kontrollåtgärder av tekniska och miljömässiga egenskaper som ska utföras efter byggtiden följs det kontroll- och uppföljningsprogram som upprättats. Det kan t ex gälla den långsiktiga kontrollen för skyddande av omgivning som kan följas upp i grundvattenrör. Om kontrollerna visar avvikelser från förväntat resultat kan åtgärder behöva vidtas.

## **5.9 Återbruk, deponering eller överlåtelse**

Enligt de generella kraven på material enligt ATB Väg Kapitel A8.2 Hygien, hälsa och miljö, ska vid projekteringen tillses att materialet inte ger problem vid återanvändning, deponering eller destruktion. Till detta krav fogas att materialet ska kunna lämnas kvar efter att vägen tagits ur drift.

För vägar som byggts innan dessa bestämmelser gällde, så bör en inventering göras av materialet innan rivning. Beroende på typen av material så görs en bedömning av hur materialet ska hanteras.

## **5.10 Skogsbilvägar**

Här beskrivs miljöfrågor relaterat till användningen av alternativa material i skogsbilvägar och processen för detta visas i Figur 5.1. I övrigt hänvisas till ovanstående kapitel avseende allmänna vägar och järnvägar där den praktiska tillämpningen i olika skeden är snarlik. För projektering kan i första hand Kapitel 5.3 om arbetsplan/järnvägsplan tillämpas. Nedanstående beskrivning baseras på skeden enligt Skogsstyrelsen (1999) och Skogforsk (1992).

### **5.10.1 Planering**

Vid planering hanteras frågeställningar som om, var och hur samt när vägen ska byggas. Med avseende på ”hur” kan i detta skede möjligheten att nyttja alternativa material aktualiseras.

### **5.10.2 Projektering**

Inför byggande och drift av en skogsbilväg genomförs projektering. Byggande och drift av skogsbilväg betraktas som en åtgärd eller verksamhet som kan komma att väsentligt ändra naturmiljön. I 30 § skogsvårdslagen framgår att skador på miljön ska undvikas och begränsas. Byggande och drift av skogsbilväg erfordrar samråd enligt 12 kap. 6 § miljöbalken med avseende på naturmiljön. Markägaren är skyldig att anmäla om samråd, minst

6 veckor före åtgärd, till Skogssyrelsen. Samrådet innebär normalt en dialog mellan markägaren och Skogsstyrelsen. En separat anmälan till tillsynsmyndigheten krävs avseende den miljöpåverkan som byggande, drift och eventuell avveckling av skogsbilvägen kan medföra.

För att identifiera alternativa material kan t ex grushushållningsplaner (kommunala) eller regionala materialförsörjningsplaner (Länsstyrelsen) eller denna vägledning användas. Vid ett nyttiggörande av alternativa material i skogsbilvägar är det sedan lämpligt att samråda med miljömyndigheten avseende behovet av anmälan eller tillstånd enligt 9 kap. miljöbalken. Praxis är att Skogsstyrelsen ansvarar för kontakterna med miljömyndighet. Behovet av anmälan eller ett tillstånd beror på bedömningen av föroreningsrisk, se Kapitel 4 och 7. Exempel på utformning av anmälan se Bilaga 6.

### **5.10.3 Byggande**

Det är viktigt att beakta materialspecifika frågeställningar, t ex damning eller att god avvattnings ska tillgodose. Detta kan t ex göras med stöd av handböcker och Kapitel 5.7. Aktualiseras användningen av ett alternativ material i detta skede rekommenderas att en anmälan eller tillstånd enligt 9 kap. miljöbalken upprättas, se Kapitel 5.10.2.

### **5.10.4 Drift**

På motsvarande sätt som för byggandet är det viktigt att beakta materialspecifika frågeställningar. Se även Kapitel 5.8.

### **5.10.5 Återbruk, deponering eller överlåtelse**

Här föreslås att de generella kraven på material enligt ATB Väg Kapitel A8.2 Hygien, hälsa och miljö tillämpas, dvs det ska tillses att materialet inte ger problem vid återanvändning, deponering eller destruktion. Ställning bör tas till om materialet ska kunna lämnas kvar efter att vägen tagits ur drift.

Beroende på den aktuella situationen så görs en bedömning av hur materialet ska hanteras i det enskilda fallet. För befintliga vägar så bör en inventering göras av materialet innan en eventuell rivning eller överlåtelse. I normalfallet kommer de flesta skogsbilvägar att lämnas kvar vilket ska beaktas vid en överlåtelse. Vid en överlåtelse kan t ex den anmälan eller tillståndsansökan som upprättats användas som en del av dokumentationen.

## 6. Teknisk dimensionering

I detta kapitel beskrivs hur tekniska aspekter ska bedömas samt tillhörande krav för att värdera konstruktioner och däri ingående material. Kapitlet beskriver också metoder för att bestämma tekniska egenskaper.

### 6.1 Allmänt

Eftersom de olika delarna i en konstruktion samverkar är de beroende av varandra för att fungera väl. Det är exempelvis svårt att åstadkomma en fungerande överbyggnad om undergrunden är lös. Lös undergrund fjädrar vid packningsarbete längre upp i överbyggnaden och ger dåligt packningsresultat och därmed även en konstruktion med lägre bärförmåga. Det är därför nödvändigt att åstadkomma en bra undergrund för att uppnå rätt funktion på den slutliga ytan. På samma sätt är undergrundens framtida funktion beroende av överbyggnadens utformning. En underdimensionerad eller dåligt utförd överbyggnad leder till att större laster än beräknat förs ner till undergrunden som då blir överbelastad och deformeras.

Vid användning av alternativa material är målsättningen att använda materialets egenskaper på bästa sätt för att uppnå efterfrågad funktion i konstruktionen som helhet.

För att verifiera att rätt funktion har uppnåtts måste belastningsfördelningen i konstruktionen vara känd under hela dimensioneringsperioden liksom ingående materials respons på den förväntade lasten. Verifieringen kan göras genom dokumenterade fält- eller laboratorieförsök. Tillämpas den så kallade materialsättningsprincipen ersätter det alternativa materialet ett konventionellt material i konstruktionen. Då är det huvudsakligen materialet som sådant som ska bedömas, det vill säga samma krav gäller för det alternativa materialet som för det material som ska ersättas.

Sammanfattningsvis gäller att bedömning och verifiering av att uppställda krav uppfylls för en befintlig konstruktion kan göras med hjälp av beräkning, provning eller en kombination av båda. Under utförandet kan provning av olika konstruktionsdelar t ex olika lager göras för att verifiera att det planerade slutresultatet kommer att uppnås.

### 6.2 Vägar

Det finns tre angreppssätt för att dimensionera en vägs överbyggnad och däri ingående material:

- Empiriskt angreppssätt
- Analytiskt angreppssätt
- Analytiskt/empiriskt

**Empirisk dimensionering** innebär i princip att man utgår från erfarenheter av tidigare utförda konstruktioner som varit beständiga (historisk sett) och överför dem till belastningar och material vid det aktuella objektet. Det görs alltså inga direkta beräkningar av påkänningar i konstruktionen. En empirisk dimensionering är därför starkt beroende av det förhållande som rådde vid de tidigare utförda objekten och är inte flexibel för förändringar i förutsättningarna (t ex alternativa material eller nya belastningar). Exempel på empirisk dimensionering finns i BYA (Vägverkets Byggnadstekniska Anvisningar) som är föregångaren till dagens ATB VÄG. I BYA angavs hur en vägkropp skulle vara uppbyggd med olika typkonstruktioner för olika förhållanden. Angivna lagertjocklekar och tillhörande föreskrivna materialkvaliteter byggde på många års erfarenhet.

Ett **analytiskt synsätt på dimensionering** är helt fritt från empiriska kopplingar och utgår från beräknade materialpåkänningar (spänningar, töjningar och deformationer). Den tekniska livslängden beräknas med hjälp av utprovade tekniska och teoretiska samband mellan påkänningar och olika typer av skadeutveckling. Indata är helt befriat från subjektiva erfarenheter. Indata kan t ex vara materialparametrar, klimat, belastningar och dylikt. Frikopplingen från subjektiva och empiriska samband gör att man kan utvärdera nya material och lastfall helt oberoende, enbart med utgångspunkt i definierade material- och lastegenskaper. Idag finns mycket få analytiska dimensioneringssystem att tillgå.

En **analytisk/empirisk dimensioneringsmetod** kombinerar de två ovanstående metoderna. Man beräknar materialpåkänningar analytiskt och kopplar sedan dessa till den tekniska livslängden med hjälp av ett mer eller mindre empiriskt kriterium.

Kriteriet är vanligen ett samband som berättar hur många belastningar av en viss typ (standardaxlar) konstruktionen tål innan den tekniska livslängden är uppnådd. De vanligaste använda kriterierna som används i Sverige idag är horisontell töjning i underkant av asfaltbeläggnings (sprickkriterium) och vertikal trycktöjning på terrassen (risk för oönskade deformationer i undergrunden). Den svaga länken i denna typ av dimensioneringsprincip är kriterierna eftersom de ofta är utvecklade för ett fåtal material/produkter men används generellt för alla material utan större erfarenhet. Ett exempel på en analytisk/empirisk dimensioneringsprincip är den som används i Vägverkets ATB VÄG och PMS Objekt, [www.vv.se](http://www.vv.se).

*En analytisk/empirisk dimensioneringsmetodik är ofta lämplig att använda för alternativa material eftersom det empiriska underlaget kan vara begränsat. Dimensioneringen får då baseras på resultat från testmetoder som är anpassade för det aktuella materialet och dess användning i konstruktionen. En laboriemetod som kan ge värdefull information om ett materials tekniska egenskaper är dynamiskt treaxialtest.*

### **Skogsbilvägar**

Skogsstyrelsens system för projektering och byggande av skogsbilvägar (Skogsstyrelsen, odat) är ett empiriskt system med olika typkonstruktioner framtagna för olika omgivningsförhållanden.

### **Vägverkets dimensioneringssystem**

Vägverkets dimensioneringsanvisningar beskrivs i ATB VÄG Kapitel C och ger möjlighet till analytisk/empirisk dimensionering. PMS Objekt (Pavement Management System på objektnivå) heter Vägverkets dimensioneringsprogram som är ett analytiskt verktyg för bedömning av material/konstruktioner som empiriskt betraktats som acceptabla. Med hjälp av ATB VÄG kan bedömningen av en vägs tekniska funktion göras på tre nivåer.

- På konstruktionen som helhet, d v s på den färdiga vägytan.
- På konstruktionsdelar, t ex på underbyggnaden och på lagernivåer i överbyggnaden.
- På ingående material.

En liknande bedömningsindelning anges i ATB VÄG för beläggningsmaterial.

I Tabell 6.1 ges exempel på olika funktionella egenskaper och hur de kan verifieras för en vägkonstruktion. Vilka verifieringsmetoder som är lämpliga för olika material anges i handböcker (SGI Information 18, 2006).

### **6.2.1 Bedömning av vägkonstruktionen som helhet**

Bedömning av en hel vägkonstruktion kan göras genom beräkning eller genom mätningar på den färdiga vägytan. På vägytan mäts till exempel bärrighet med fallvikt och jämnhet med Laser RST (= Road Surface Tester). Mätresultatet utgör underlag för att bedöma vilken slutlig funktion som kan förväntas av vägen. Med kontroll av utförandet kan också förhållanden som inte överensstämmer med de planerade upptäckas och åtgärdas.

Vägverkets krav på färdiga vägkonstruktioner finns i ATB VÄG. Där finns exempel på värden som lägst behöver uppfyllas när det gäller *jämnhet* i längsled och tvärled, *tvärfall* samt *tjällyftning* hos den färdiga vägens yta under hela dimensioneringsperioden. Vidare ställs krav på *stabilitet* och *säkerhet mot uppflytning* vid höga vattennivåer under både bygg- och bruksskedet. Jämnheten samt tvärfallet på belagda vägar ska kontrollmätas i anslutning till trafikpåsläpp. Största tillåtna tjällyftning ska verifieras med föreskriven beräkningsmetod (VVMB 301). För detta behövs uppgifter om vattenkvot och torrdensitet alternativt porositet och vattenmättnadsgrad samt tjälfarlighetsklass, maximal lyfthastighet och värmeledningsförmåga i fruset och ofruset tillstånd. Stabilitet och säkerhet mot uppflytning verifieras med hjälp av angivna beräkningsförutsättningar eller genom utformning med godtagbara lösningar.

Det finns även ett beständighetskrav uttryckt som att vägen och dess närmaste omgivning ska ha tillfredsställande *beständighet*, men någon verifieringsmetod anges inte.

Verifiering i fält av att kraven uppfylls ska vanligtvis göras med s.k. statistisk acceptanskontroll. Då delas konstruktionens yta in i kontrollobjekt där mätpunkter väljs ut med hjälp av statistiska metoder. De mätmetoder som ska användas finns föreskrivna, men andra metoder får användas om de är validerade (ATB VÄG A7.2).



Tabell 6.1. Verifiering av funktionella egenskaper hos obundna materiallager.

Egenskap	Verifiering i laboratorium (på material eller konstruktionsdel)	Verifiering i fält (på konstruktionsdel eller hel konstruktion under byggskedet)	Verifiering i fält (på färdig konstruktion)
Styvhet	Indirekt: Kornstorleksfördelning + innehåll av organiskt (nedbrytbart) material. Direkt: E-modul vid dynamiskt treaxialtest.	$E_{v2}$ vid statisk plattbelastning Provbekastning med fallvikt	Mätning av sprickbildning, Provbekastning med fallvikt
Stabilitet	Indirekt: Kornstorleksfördelning + glimmerhalt + innehåll av organiskt (nedbrytbart) material. Direkt: Permanent deformation vid dynamiskt treaxialtest.	Kvoten $E_{v2}/E_{v1}$ vid statisk plattbelastning. Packningsgrad <sup>*)</sup>	Mätning av spår- bildning, Sättningsmätning
Dräneringsförmåga	Indirekt: Kornstorleksfördelning. Direkt: Permeabilitet		Mätning av spår- bildning
Beständighet mot mekanisk påverkan	Direkt: Nedbrytning vid micro- Devaltest eller Los Angeles-test		(Mätning av sprick- bildning och spår- bildning)
Beständighet mot frys-tövaxlingar	Direkt: Nedbrytning vid frys- töprovnings		(Mätning av sprick- bildning och spår- bildning)
Beständighet mot kemisk påverkan	–		(Mätning av sprick- bildning och spår- bildning)
Tjällyftningsbenägenhet	Indirekt: Kapillärl stighöjd, finjordshalt + vattenkvot, porositet + vattenmättnadsgrad. Direkt: Lyftning vid frys-försök.		Jämnhetsmätning med rätskiva eller Laser RST, Tvärfallsmätning med rätskiva eller mätvagn
Värmeledningsförmåga	Värmeledningstal och värmekapacitet med sondmetoder eller plattapparat	Värmeledningstal med sondmetoder	Värmeledningstal med sondmetoder

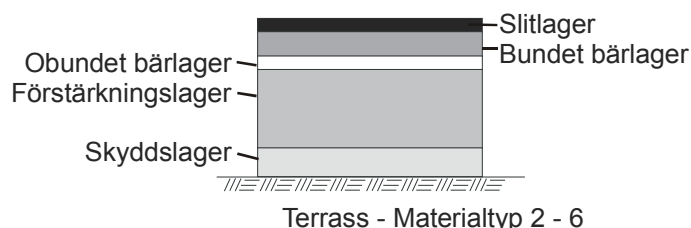
\*) Kvoten mellan fältdensitet och maximal laboratedensitet.

## 6.2.2 Bedömning av konstruktionsdelar

På varje konstruktionsdel (t ex på ytan av varje materiallager), se Figur 6.1, kan kvaliteten på utförandet kontrolleras. Här kan egenskaperna provas för varje materiallager med metoder som t ex lätt fallvikt eller statisk plattbelastning. Provnings på lagernivå kan betraktas som en produktionskontroll för utföraren. Den kan tjäna som underlag för en aktiv design där man stegvis under byggfasen gör en bedömning av vad som krävs för att uppnå

ställda krav på vägytan. Packningsarbete och utformning av överliggande lager kan då anpassas efter resultaten från produktionskontrollen.

I den empiriska delen av Vägverkets ATB VÄG finns specifika krav på konstruktionsdelar. Dessa krav är relaterade till utförandet, t ex antal överfarer vid packning, materialtyp etc. och de är utformade så att de leder till att kraven på den slutliga konstruktionen uppfylls.



Figur 6.1 Exempel på konstruktionsdelar i en överbyggnad (ATB VÄG).

Vägen ska dimensioneras så att ytojämnheter i längs- och tvärled till följd av *sättningar* i underbyggnaden eller undergrunden inte överskrider Vägverkets gränsvärden. Sättningskraven ska uppfyllas under överbyggnadens dimensioneringsperiod och verifiering görs direkt genom sättningsmätning eller indirekt genom beräkning med hjälp av angivna beräkningsförutsättningar.

Totalkostnaden inklusive kostnader för eventuella nivåjusteringar ska analyseras. (ATB VÄG Kap C2.2). *Nivåkrav* ställs på överytan av terrass och alla överbyggnadslager (ATB VÄG Kap E4). När nivåkraven uppfylls är projekterade lagertjocklekar, jämnhet och tvärfall uppfyllda.

*Bärighetskrav* ställs på två nivåer i nybyggda konstruktioner, det översta obundna lagrets yta och terrassens yta. Kravet är till för att kontrollera resultatet av packningsarbetet. I vissa fall ställs bärighetskravet på skyddslagrets yta istället för terrassytan (ATB VÄG Kap E5). Vid förbättrings- och underhållsarbeten ställs bara krav på det översta obundna lagrets yta. Kravet på bärighet ska uppfyllas under hela konstruktionens dimensioneringsperiod, som finns angiven i ATB VÄG Kapitel A5. Föreskriven mätmetod är statisk plattbelastning.

För konstruktionsdelar med speciella funktioner såsom tjälskydd, materialskiljande lager och erosionsskydd finns utförandekrav i ATB VÄG Kapitel C2.4–6.

Även specifika egenskaper hos själva vägytan ska kontrolleras. Det gäller t ex friktion hos belagda vägar, som ska mätas med Skid Resistance Test (SRT) (ATB VÄG Kap A4.1).

På samma sätt som för den färdiga konstruktionen används s.k. statistisk acceptanskontroll vid verifiering av konstruktionsdelars funktion i fält.

### 6.2.3 Bedömning av ingående material

Ingående material behöver karakteriseras så att dess grundförutsättningar för att fungera i en konstruktion kan bedömas. Viktiga tekniska egenskaper som ska mätas, i laboratoriemiljö eller i fältförsök, är bärförmåga, beständighet och tjällyftningsbenägenhet. En del av dessa egenskaper mäts vanligtvis genom indirekt provning, t ex används kornstorleksfördelning, krossningsgrad och halt av organiskt material för att verifiera ett materials bärför-

måga, medan kornstorleksfördelning brukar användas som mått på tjällyftningsbenägenhet.

Om materialet uppfyller ställda grundkrav på vissa specifika parametrar finns goda förutsättningar att användningen leder till en bra slutprodukt, men det är ingen garanti. Variabler vid utförandet spelar en mycket stor roll för den slutliga funktionen hos konstruktionsdelen eller hela konstruktionen. Exempelvis leder fel vattenkvot eller för få vältöverfarter vid packning till för låg packningsgrad och försämrade framtida funktion. Ett annat exempel är när omfattande byggtrafik på ett lager med låg nötningsbeständighet leder till krossning och en helt annan kornstorleksfördelning än planerat.

I samband med att Vägverket anger typkonstruktioner för de traditionella materialen, med föreskrivna lagertjocklekar, ställer man även krav på ingående materials egenskaper. Det gäller t ex material till s.k. bärlager, förstärkningslager och skyddslager. Även på material till fyllning och underbyggnader ställs vissa krav.

Generellt gäller att ju högre upp i väggroppen ett material används, desto större krav ställs på dess tekniska egenskaper, t ex bärförmåga och beständighet mot mekanisk, termisk och kemisk påverkan.

#### *Materialkrav för allmänna vägar*

De generella materialkraven i ATB VÄG anges i Kapitel A och gäller bärförmåga och beständighet (avsnitt A5.2), Tillåten känslighet för frosthalka (A6.4), Hygien, hälsa och miljö (A8.2), Dokumentation i relationshandling (A9.2) samt Indelning av jord- och bergmaterial (A11.1). Kapitel C avser dimensionering, Kapitel E Obundna material och Kapitel F bitumenbundna lager.

De generella kraven på bärförmåga och beständighet innebär att när ett alternativt material ska ersätta ett konventionellt måste det visas att det alternativa materialet fyller samma funktion som det materialet det ersätter. (ATB VÄG Kapitel A5.2)

Om en helt annan konstruktion föreslås måste det visas att dess bärförmåga, stabilitet och beständighet är tillfredsställande under såväl byggskedet som hela dimensioneringsperioden (A5.2).

Avsnittet om frosthalka innebär att termiska egenskaper hos materialet, t ex värmeledningstalet, ska bestämmas och uppfylla vissa krav om materialet ska användas inom 50 cm från vägytan i en belagd väg.

Avsnitt A8.2 anger att materialet ska vara acceptabelt ur miljö- och hälsosynpunkt och får inte ge problem vid återanvändning, deponering eller destruktion.

Dokumentationskravet i avsnitt A9.2 innebär att sådana material som kan påverka miljön på ett negativt sätt ska dokumenteras med avseende på kemisk sammansättning, placering, vidtagna skyddsåtgärder och krav på hantering. Användning av nya typer av material som bedömts godtagbara från miljösynpunkt, ska dokumenteras om betryggande bevisning om materialets oskadlighet saknas.

Material som kan orsaka skada vid oriktig behandling skall dokumenteras med avseende på läge, sammansättning, skyddsåtgärder och krav på behandling.

För att kunna klassificera ett alternativt material ska en särskild utredning för bestämning av stabilitet, hållfasthet, beständighet och eventuell miljöpåverkan utföras (ATB VÄG Kapitel A11.1).

För konstruktionsdelar med speciella funktioner såsom tjälskydd, materialskiljande lager och erosionskydd finns materialkrav i ATB VÄG Kapitel E8-10.

I Tabell 6.2 ges exempel på användningsområden för alternativa material och deras koppling till olika kapitel i ATB VÄG.

Tabell 6.2. Alternativa material i en vägkonstruktion - exempel på användningsområden, egenskaper och hänvisning till ATB VÄG.

Del i vägkonstruktion	Funktion	Alternativt material (exempel)	Nyttiga egenskaper <sup>*)</sup>	ATB VÄG kapitel
Bundet bärlager	Bärande lager	Hytt sand, flygaska med eller utan krossat berg/grus	Styvhetstillväxt (hårdande) med tiden, tjälisolerande	A, C, F4
Obundet bärlager	Bärande lager	Ferrokromslag, asfaltkross, betongkross	Styvhetstillväxt (hårdande) med tiden	A, C, E11.1
Förstärkningslager	Bärande lager	Flygaska, järnsand, ferrokromslag, hyttsten, slaggrus, asfaltkross eller betongkross med eller utan krossat berg/grus	Tjälisolerande, kapillärbrytande, dränerande	A, C, E11.2
Skyddslager	Tjälskydd, materialskiljande	Askor, vissa slaggar, järnsand, skumglas, gummiklipp	Tjälisolerande, dränerande, låg densitet	A, C, E11.3
Underbyggnad	Fyllning	Askor, slagg, skumglas, gummiklipp	Tjälisolerande, låg densitet	A, C, F4
Underbyggnad	Lätt fyllning	Vissa askor och slaggar, skumglas, gummiklipp	Tjälisolerande, låg densitet	A, C
Stabilisering av alla obundna lager	Bärande lager	Slagg, aska	Styvhetstillväxt, (hårdande) med tiden	

<sup>\*)</sup> Egenskaperna gäller för alla konstruktionsdelar, men är inte alltid relevanta för dimensionering och användning i de olika delarna.

### Materialkrav för skogsbilvägar

Skogsstyrelsens anvisningar ger exempel på typsektioner med angivna lagertjocklekar (Skogsstyrelsen, odat). När det gäller krav på överbyggnadsmaterialen hänvisar anvisningen till Vägverkets ATB VÄG och dennas krav på bärlager och gruslittlager. Man skiljer på vägar i klass III och klass IV, där klass IV är en skogsbilväg med ett enkelt utförande. Avvikelse och preciseringar gentemot anvisningarnas normalutförande kan för varje väg anges på ritning eller på annat sätt.

### 6.3 Bestämning av tekniska egenskaper

Som underlag för tekniska bedömningar behövs en karaktärisering av de tekniska egenskaperna hos konstruktionen och ingående material.

Inom ramen för det europeiska harmoniseringsarbetet har det bland annat tagits fram ett antal produktstandarder som anger hur ett material ska de-

klareras när det används inom ett specifikt område, t ex som ballast i obundna lager, hydrauliskt bundna lager eller bitumenbundna lager. Beroende på vilken användning som är lämplig för ett alternativt material blir därför olika produktstandarder aktuella (Tabell 6.3).

Dessa produktstandarder är utvecklade för naturmaterial eller sådana alternativa material som är väletablerade på den europeiska marknaden. De är därför inte helt anpassade för alla alternativa material. Under 2007 påbörjas en översyn och revidering av flera europeiska produktstandarder, vilket kan förändra situationen.

Produktstandarderna anger både vilka egenskaper som ska deklarerats och vilka provningsmetoder (metodstandarder) som ska användas. Nedan behandlas olika provningsmetoder för bestämning av tekniska egenskaper i laboratorium och fält.

Tabell 6.3. Exempel på europeiska produktstandarder. X anger att applikationen i produktstandarderna är relevant för det alternativa materialet.

Produktstandard Namn	Beteckning	Skumglas	Gummi- läs	Ferrokrom- slagg	Järnsand	Flygaska från kol	Slaggrus	Bottenaska (exkl slaggrus)
Obundna överbyggnadsmaterial – Specifikation	SS-EN 13285			X	X		X	X
Ballast för obundna och hydrauliskt bundna material till väg- och anläggningsbyggande	SS-EN 13242			X	X		X	X
Lättviktsballast – Del 2 Lättviktsballast för bituminösa massor och ytbehandlingar och för obundna och bundna tillämpningar	SS-EN 13055-2*)	X	X			X		
Obundna och hydrauliskt bundna vägmateriäl – Specifikation – Del 2: Slaggbundna vägmateriäl – Definitioner, sammansättning, klassificering	SS-EN 14227-2*)			X				
Obundna och hydrauliskt bundna vägmateriäl – Specifikation – Del 3: Flygaska för bundna vägmateriäl – Definitioner, sammansättning, klassificering	SS-EN 14227-3*)					X		
Obundna och hydrauliskt bundna vägmateriäl – Specifikation – Del 4: Flygaska för hydrauliskt bundna vägmateriäl – Definitioner, sammansättning, klassificering	SS-EN 14227-4*)					X		
Obundna och hydrauliskt bundna vägmateriäl – Krav – Del 12: Jord behandlad med slagg	SS-EN 14227-12			X				
Obundna och hydrauliskt bundna vägmateriäl – Krav – Del 13: Jord behandlad med "hydraulic road binder"	SS-EN 14227-13			X		X		
Obundna och hydrauliskt bundna vägmateriäl – Krav – Del 14: Jord behandlad med flygaska	SS-EN 14227-14					X		

\*) Ej översatt från engelska.

### 6.3.1 Provningsmetoder – laboratorium

Under årens lopp har det utvecklats en mängd laboratoriemetoder för bestämning av olika tekniska egenskaper hos väg- och anläggningsmaterial. En del av dessa utgör svensk standard sedan gammalt medan andra har standardiserats inom ramen för det europeiska harmoniseringsarbetet och gäller därför som svensk standard. Emellertid behöver många traditionella provningsmetoder modifieras eller utvecklas för att ge relevanta resultat för alternativa material. Detta har t ex visats vid provning av kolbottenaska, slaggrus och krossad betong (Vägverket, 2001b).

Vissa metoder såsom beständighetsprovning med olika sorters roterande trummor är diskriminerande och ofta direkt olämpliga för alternativa material eftersom man har visat på stora skillnader mellan testresultaten och materialens funktion i fält. Alla metoder som innehåller något siktningsmoment blir mer eller mindre missvisande för spröda material eftersom kornen nöts och blir mindre under siktningen. Att mäta vattenabsorption tar längre tid än brukligt med mycket porösa material. Vissa metoder för packning och densitetsbestämning av material eller tillverkning av provkroppar innehåller ”stampande” moment som kan slå sönder spröda material. Ibland finns flera metoder som bestämmer liknande egenskaper men med olika syften, vilket påverkar lämpligheten. Så är fallet med halten organiskt material (Bjurström & Suèr, 2006).

En metod som har visats vara användbar för att bestämma materialtyp vid överbyggnadsdimensionering är dynamiskt treaxialtest då bärförmåga och styvhet kan utvärderas och jämföras med motsvarande för traditionella material.

I Tabell 6.4 anges olika provningsmetoder och deras lämplighet för alternativa material. Av tabellen framgår att alla metoder inte är relevanta för alla material. Lämpligheten är beroende av material och applikation. I vissa fall är provningsmetoden tillämplig för alternativa material, men inte de befintliga gränsvärdena.

För närmare information om lämpliga provningsmetoder, se handböcker (SGI Information 18, 2006) eller annat underlag för respektive material.

### 6.3.2 Provningsmetoder – fält

För provning i fält finns en rad olika metoder och några av dessa nämns nedan. På motsvarande sätt som för provningsmetoder i laboratorium gäller att fältmetodernas lämplighet för den aktuella situationen måste klargöras.

- VVMB 107, ”Bestämning av ojämnheter och tvärfall med rätskiva”, VV Publ. 2001:29.
- VVMB 108, ”Bestämning av tvärfall med bogserad mätvagn”, VV Publ. 1994:39.
- VVMB 112, ”Deflektionsmätning vid provbelastning med fallviktsapparat”, VV Publ. nr 1998:80.
- VVMB 114, ”Bearbetning av deflektionsmätdata, erhållna vid provbelastning av väg med FWD-apparat”, VV Publ. 2000:29.
- VVMB 116 ”Vägytemätning med mätbil; objektmätning” VV Publ. nr 2004:65
- VVMB 605 ”Bestämning av vattenkvot och densitet med isotopmätare” VV Publ. Nr 1993:26.
- VVMB 606, ”Bestämning av bärighetsegenskaper med statisk plattbelastning”, VV Publ. 1993:19.
- VVMB 908, ”Statistisk acceptanskontroll”, VV Publ. 1994:41.
- ASTM D5334, ”Determination of thermal conductivity of soil and soft rock by thermal needle probe procedure” Table 6.4.



Tabell 6.4. Laboratoriemetoder och deras lämplighet för alternativa material. I tabellen betecknar 2-lämplig, 1- mindre lämplig och 0- olämplig.

Egenskap och provningsmetod	Beteckning	Skumglas	Gummiklipp	Ferrokromslagg	Järnsand	Flygaska	Slaggrus	Bottenaska (exkl slaggrus)
Kornstorleksfördelning med siktning	SS-EN 933-1	2	1	2	2	2	2	2
Organisk halt med kolorimetermätning, med TOC-bestämning, med glödning vid 550°C	SS 02 71 07 alt ISO 14235,	0	0	1	1	1	1	1
	SS-EN 13137 <sup>*)</sup> ,	0	0	2	2	2	2	2
	CEN/TS 14775	0	0	2	2	1 <sup>a)</sup>	1 <sup>b)</sup>	2
E-modul och permanent deformation med dynamiskt treaxialtest för obundna material	SS-EN 13286-7 <sup>*)</sup>	2	1	2	2	2	2	2
Skrymdensitet och hålrums halt hos löst lagrat material	SS-EN 1097-3	2	2	2	2	2	2	2
Korndensitet och vattenabsorption	SS-EN 1097-6 <sup>*)</sup>	1	2	2	2	1	2	2
Referensdensitet och vattenkvot med Proctor, med vibrokompresion, med vibrohammare, med vibrobord	SS-EN 13286-2 <sup>*)</sup> ,	0	0	2	2	2	2	2
	SS-EN 13286-3 <sup>*)</sup> ,	2	2	2	2	2	2	2
	SS-EN 13286-4 <sup>*)</sup> ,	2	2	2	2	2	2	2
	SS-EN 13286-5 <sup>*)</sup>	2	2	2	2	2	2	2
Permeabilitet med cellpermeameter, med rörpermeameter	NT Techn Report 254	0	0	0	0	2	0	0
		2	2	2	2	0	2	2
Nötningsmotstånd med micro-Devaltest	SS-EN 1097-1	0	0	1	1	0	1	1
Krossningsmotstånd med Los Angeles test	SS-EN 1097-2	0	0	1	1	0	1	1
Frostbeständighet med frys-töprovning	SS-EN 1367-1	1	1	2	2	1	2	2
	SS-EN 12091	2						
Kapillär stighöjd med fuktkvotsbestämning, med okulär avläsning	SS-EN 1097-10 <sup>*)</sup> ,	2	1	1	1	1	1	1
	SS-13 21 03 metod A	2	2	2	2	2	2	2
Vattenkvot med torkning i torkskåp	SS-EN 1097-5	2	2	2	2	2	2	2
Tjällyftningsbenägenhet med frys försök	VVMB 301:2001	2	2	2	2	2	2	2
Värmeledningstal (jord) med sondmetoder, (byggmtrl) med plattapparat	ASTM D5334,	2	2	2	2	2	2	2
	SS-EN 12664+12667	2	1	1	1	1	1	1
Tryckhållfasthet (bundna material)	SS-EN 13286-41 <sup>*)</sup>	0	0	0	0	2 <sup>**)</sup>	0	0

Anm. \*) Ej översatt från engelska.

\*\*\*) Flygaskor kan ha karaktären av obundet eller mer eller mindre bundet material.

a) Flygaskor som har lagrats fuktigt innehåller en stor del krisallint/kemiskt bundet vatten.

b) En del av glödförlusten kan härledas till avgång av krisallint/kemiskt bundet vatten.

## 6.4 Järnvägar

Banverket ställer primärt detaljkrav på utformning av järnvägskonstruktioner. Därav följer att funktionella krav inte finns fullständigt specificerade i Banverkets regelverk. Det finns t ex idag inga krav ställda på funktionell nivå för olika lager i en järnvägsöverbyggnad eller järnvägsunderbyggnad på motsvarande sätt som Vägverket anger i ATB VÄG.

Alternativa material är idag enbart aktuella som frostisoleringslager eller i underliggande lager, t ex lättfyllning, bankfyllning eller jordförstärkning.

Nedan redogörs, principiellt, för de funktionella egenskaper som måste fastställas i samband med utredning om ett alternativt materials lämplighet.

I "Godkännandeprocédur för icke-normerade geokonstruktioner" (Rogbeck et al, 2003) beskrivs en bedömningsprocess för nya geokonstruktioner för järnväg som beaktar både miljö- och teknikaspekter. Verktöget är principiellt tillämpligt även för konstruktioner med alternativa material, med den skillnaden att ytterligare krav enligt ovan behöver uppfyllas. Godkännande av ett alternativt material skall göras i samråd med Banverkets huvudkontor.

#### 6.4.1 Stabilitet

Som underlag för beräkning av järnvägsbankens totalstabilitet måste det alternativa materialets hållfasthetsegenskaper ( $c_u$ ,  $\phi'$ ,  $c'$ ) och tunghet (över och under grundvattenytan) bestämmas. Det alternativa materialets statiska hållfasthetsegenskaper ska också bestämmas. Vid fastställande av material- och utformningskrav för det alternativa materialet bör de material- och utformningskrav som gäller för det material som ska ersättas beaktas såsom lägsta nivå. Exempelvis vid användning av alternativt material som frostisoleringslager bör det alternativa materialet, ur stabilitetssynpunkt, uppfylla egenskaper motsvarande en välgraderad, mycket fast lagrad grusig sand.

#### *Trafikbelastning*

Den trafikbelastning som påverkar ett överbyggnadslager, underbyggnadslager eller förstärkt undergrund specificeras i BVS 585.12 Trafiklasten vid dimensionering av geokonstruktioner.

#### 6.4.2 Deformation

Som underlag för beräkning av sättningar i undergrunden och egsättning i banken måste det alternativa materialets tunghet (över och under GW) och sättningsmoduler bestämmas. Materialets vattenabsorptionsförmåga bestäms med hänsyn till förändring av egenskaper på lång sikt (tunghet, elasticitetsmodul etc.).

Vid användning av ett alternativt material i bankroppen bör laboratorieprovning utföras avseende påverkan på materialet på grund av dynamisk tågbelastning. I princip kan detta utföras enligt BVS 585.53 Frostskydd med cellplast i befintligt spår och BVS 585.11 Lättfyllning i järnvägsbankar. Relevant belastning och antal belastningscykler fastställs i samråd med Banverkets huvudkontor.

Vid utvärdering av resultaten måste inverkan av antal belastningscykler under hela livslängden beaktas. Det måste även beaktas att en bankropp är en öppen konstruktion som tar åt sig regnvatten och ytvatten, varför provning måste utföras både på torrt och vattenmättat material. Utvärdering görs av materialets nedbrytning, dvs kornstorleksfördelning efter belastning, samt uppkomna sättningar på grund av dynamisk belastning. Vid utvärdering av kornstorleksfördelning efter belastning görs bedömningen med avseende på materialets tjällyftningsegenskaper och dräneringsförmåga. Vid ut-

värdering med avseende på sättningar görs detta med avseende på risk för kortvågiga spårålagresfel.

#### 6.4.3 Beständighet

##### *Tjällyftning och termiska egenskaper*

Materialet får ej ha tjällyftande egenskaper om det används i järnvägsöverbyggnaden (frostisoleringslager, lättfyllning).

Vid användning av ett alternativt material som frostisoleringslager måste materialets värmeledningstal fastställas som underlag för bestämning av erforderlig lagertjocklek. Köldmängd enligt Bilaga B0:1 i BVS 581.161 tillämpas.

##### *Dränerande egenskaper*

Material som används som överbyggnadsmaterial måste vara dränerande. För ett underballastmaterial (förstärkningslager) finns undersökningar som visar att permeabiliteten bör vara större än  $10^{-4}$  m/s. För frostisoleringslager finns inga motsvarande utredningar utförda. Frostisoleringslagret bör dock vara lika permeabelt som det material som ersätts.

##### *Styvhet och vibrationer*

Det alternativa materialet måste uppfylla krav på dynamisk styvhet och skjuvvågshastighet. Egenskaperna bestäms genom dynamiska laboratorie- eller fältprovningmetoder.

##### *Korrosionsegenskaper*

Materialets korrosiva egenskaper måste bestämmas med hänsyn till stålkonstruktioner och armerade betongkonstruktioner som placeras i bankroppen (fundament etc).

#### 6.4.4 Materialkrav för järnvägskonstruktioner

Kraven på järnvägsmaterial anges i Järnvägs-AMA, BVS 581.161. Där framgår det att i förstärkningslagret kan endast bergkross användas, medan det ges möjlighet att använda alternativa material i frostisoleringslagret DCH15. I Kapitel 4.2 anges att alternativa material kan användas efter särskild utredning där produktens tekniska och miljötekniska egenskaper uppfyller erforderliga funktionella krav. Utredningen ska utföras i samråd med Banverket, huvudkontoret, Bansystem.

För fyllning för järnväg gäller BVS 581.161 kod CEB.3. Här finns ingen underrubrik för alternativa material eller restprodukter, men sådana mate-

rial bör kunna användas efter särskild utredning på samma sätt som gäller för frostisoleringslager. För fyllning är egensättning i banken viktigt att beakta ur teknisk synpunkt. I BVS 585.11 Lättfyllning i järnvägsbankar anges generella krav på lätta fyllningsmaterial:

- Material skall vara kemiskt och mekaniskt stabila.
- Material skall vara frostpassiva på lång sikt.
- Materialet får inte orsaka korrosion på betong och stål och det får inte heller orsaka miljöskador på omgivningen.

Som exempel på lätta fyllningsmaterial i befintliga järnvägsbankar anges:

- Alternativa material som masugnsslagg, bottenaskor och koksaska
- Bark och flis
- Lättklinker
- Cellplast
- Skumbetong

BVS 585.11 anger att de nämnda restprodukterna samt bark och flis inte har undersökts med avseende på användning som lättfyllning i nya järnvägsbankar och skall tills vidare inte användas. I Tabell 6.5 ges exempel på användningsområden i en bankonstruktion för olika alternativa material.

Tabell 6.5 Alternativa material i järnvägsbyggande - exempel på användningsområden, egenskaper och hänvisning till BVS.

Konstruktion	Funktion	Typ av material (exempel)	Nyttiga egenskaper <sup>*)</sup>	BVS 581.161
Frostisoleringslager	Tjälskyddande	Järnsand, flygaskor, skumglas	Tjälisolerande, kapillärbrytande, dränerande	DCH.15
Underbyggnad	Fyllning	Slagg, askor, betongkross	Styvhetstillväxt (hårdande) med tiden	CEB.3
Underbyggnad	Lätt fyllning	Slagg, askor och skumglas	Låg densitet, tjälisolerande	CED.1

\*) Egenskaperna gäller för alla konstruktionsdelar men är inte alltid relevanta för dimensionering och användning i de olika delarna.

## 7. Miljöbedömning

När materialet ska miljöbedömas blir frågeställningen hur denna miljöbedömning kan genomföras. Ett material kan betraktas som kemisk produkt och vara, produkt eller avfall, se Kapitel 4. Material som betraktas som kemiska produkter hanteras inom Vägverkets och Banverkets respektive kemikaliehanteringssystem eller efter 14 kap. miljöbalken. Det system för miljöbedömning som beskrivs i detta kapitel avser material som betraktas som produkter eller avfall och består av två huvuddelar:

- Platsspecifik bedömning av föroreningsrisk vid användning av material i en applikation, under bruksskedet och vid kvarlämning. Bedömningen resulterar i en klassificering av föroreningsrisk, se Kapitel 7.1.
- En jämförelse mellan olika applikationer och dess material inom ramen för en MKB och/eller som en fristående avvägning mot hänsynsreglerna i 2 kap. miljöbalken, se Kapitel 7.2. Jämförelsen utgör underlag för prioritering mellan olika applikationer.

### 7.1 Platsspecifik bedömning av föroreningsrisk

Bedömning av föroreningsrisk är platsspecifik till karaktären. Riskbedömningen genomförs i tre steg;

- 1 – Filter
- 2 – Applikation, material och omgivning
- 3 – Klassificering och riskhantering

Bedömningen resulterar i en klassificering i tre nivåer, mindre än ringa, ringa och inte endast ringa föroreningsrisk. Baserat på klassificeringen ges också olika alternativ för hantering relaterade till aktuell föroreningsrisk. Nedan redogörs kortfattat för innehållet i de tre stegen. I Bilaga 4 redogörs sedan närmare för riskbedömningen i steg 2, dvs Applikation, material och omgivning.

Det är föroreningsrisken med materialet i sitt sammanhang som bedöms, dvs materialets användning i en applikation på en plats och en kvarlämning av materialet på platsen.

### *Avgränsning*

Utförande- och arbetsmiljöaspekter under byggskedet behandlas inte inom ramen för denna bedömning. Här hänvisas till underlag från materialproducenter. Hantering av utförandeaspekter kan t ex göras med stöd av ”Miljökrav vid upphandling av entreprenader och tjänster”, Vägverket (2006). Gällande arbetsmiljöaspekter hänvisas till lagstiftning i syfte att begränsa ohälsa och olycksfall, se även materialhandböcker och Kapitel 4.

#### 7.1.1 Filter

I detta steg sker en utgallring baserat på ett materials innehåll av oönskade ämnen med utgångspunkt i det nationella miljökvalitetsmålet Giftfri miljö och en utgallring av material som klassificeras som farligt avfall. Material som utgallras är normalt inte aktuella för en fortsatt bedömning.

### *Säkerhetsdatablad/varuinformationsblad*

En beskrivning av materialet bör ske i så kallade säkerhetsdatablad (tidigare varuinformationsblad) enligt KIFS. Där beskrivs bl a ingående organiska och oorganiska ämnens kemiska namn. Denna beskrivning bör kompletteras med någon form av miljömärkning, se Kapitel 4 i denna vägledning, för materialet.

### *Farligt avfall*

Ett material som klassificeras som farligt avfall enligt avfallsförordningen, SFS 2001:1063, betraktas som inte lämpligt och undantas normalt fortsatt bedömning.

### *Farliga ämnen och riskminskningsämnen*

Material ska, vidare, så långt möjligt vara fria från oönskade ämnen, dvs särskilt farliga ämnen och riskminskningsämnen, i enlighet med miljökvalitetsmålet Giftfri Miljö. De oorganiska ämnen som särskilt ska uppmärksammas är kadmium, kvicksilver och bly. Exempel på organiska ämnen som ska uppmärksammas är nya långlivade och bioackumulerande, cancerframkallande, arvsmassepåverkande och fortplantningsstörande, samt hormonstörande och allergiframkallande ämnen. Exempel på sådana ämnen är PAH, dioxin och PCB. Material som innehåller oönskade ämnen kan undan-

tagt accepteras om skäl finns och kan då vara aktuella för en fortsatt bedömning. Sådana undantag gäller om:

- Alternativ saknas till materialet eller den funktion materialet skapar i dess applikation. Miljöriskbedömning är utförd i ett livscykelperspektiv för oönskade ämnen (särskilt farliga och riskminskningsämnen).
- Användningen dokumenteras och insamling för återvinning, återbruk eller deponering är säker.

### 7.1.2 Applikation, material och omgivning

Givet att materialet passerat filtret är det aktuellt för en fortsatt bedömning. I detta steg är bedömningen platsspecifik till sin karaktär och avser emissioner till mark, vatten och luft genom transport i löst fas (t ex vatten), fast fas (t ex damning), gasfas (t ex luft) och även andra transportsätt (t ex strålning) som exponerar miljö och människa. Bedömning av föroreningsrisk avser emissioner:

- från en konstruktion och i den ingående material, dvs applikationen
- till den omgivning där konstruktionen är lokaliserad
- under tiden då konstruktionen används och sedan den tagits ur drift, se Figur 7.1.

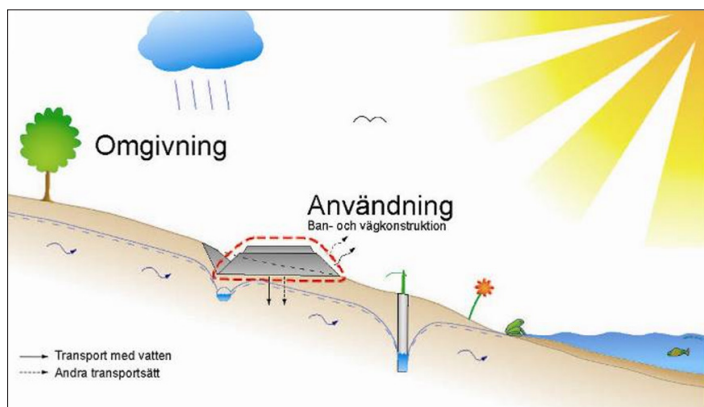
Bedömningen inleds med en beskrivning av scenario och ingående material. Denna beskrivning ansluter till SS-EN 12920:2006 och ska beskriva

normala och exceptionella situationer som kan påverka bedömningen. Materialets innehåll av organiska och oorganiska ämnen och dess potential att frigöras beskrivs med kännedom om användningen i den aktuella applikationen och den omgivning där den är lokaliserad.

Inledningsvis beskrivs användningen av materialet i dess omgivning som underlag för bedömning av spridningsförutsättningar. Laboratoriemetoder väljs eller anpassas till den aktuella applikationen och dess omgivning. Därefter fortsätter bedömningen i ett sekventiellt förfarande där kritiska emissioner identifieras genom att jämföras mot uppställda kriterier. Riktlinjerna avser inledningsvis emissioner (halter/koncentration) i olika betraktelsepunkter som väljs i syfte att följa potentiella transportvägar och exponerings-situationer. Indikerar bedömningen att kriterierna inte kan följas kan bedömningen utökas och också innefatta dos/respons information relaterade till miljö och människa.

### 7.1.3 Klassificering och riskhantering

Idag finns ingen vägledning eller uppställda riktlinjer från miljömyndigheter för en klassificering av föroreningsrisk. Följande kriterier föreslås gälla för en klassificering av föroreningsrisk. De föreslagna kriterierna gör det centralt att inhämta information beträffande omgivningens tillstånd. Kriterierna är inte applicerbara i de fall applikationen är lokaliserad i direkt anslutning till eller i närheten av ett förorenat område.



Figur 7.1. En platsspecifik bedömning värderar emissioner från en applikation, ingående material i dess aktuella omgivning.



**Mindre än ringa föroreningsrisk**

Emissioner är mindre än omgivningens naturliga variation (bakgrundsvärden), med avseende på mark, vatten och luft.

**Ringa föroreningsrisk**

Emissioner är huvudsakligen mindre än omgivningens naturliga variation med avseende på mark, vatten och luft. Enstaka mindre farliga ämnen och kemiska föreningar, strålning eller partiklar kan förekomma i större halter än omgivningens naturliga variation och är av en storleksordning där påverkan på miljö och människa betraktas som acceptabel.

**Inte endast ringa föroreningsrisk**

Lösningar förknippade med större föroreningsrisk än "ringa föroreningsrisk"

Andra länders rikt- eller gränsvärden, t ex Hollands och Danmarks, är framtagna utifrån nationella förutsättningar. Detta innebär att bakomliggande faktorer, t ex de material, spridningsförutsättningar, och valda skyddsobjekt som använts inte direkt kan överföras till svenska förhållanden. Andra länders rikt- eller gränsvärden kan därför ge en felaktig indikation huruvida ett material är lämpligt att nyttja eller inte och bör inte användas. Riktvärden för förorenade områden är ej avsedda att nyttjas för direkta jämförelser med innehåll hos material, "Bedömningsgrunder för miljökriteriet, Förorenade områden" Naturvårdsverket (1999a). De kan dock tjäna som underlag för att beskriva effekter till följd av emissioner från en applikation och ingående material till omgivningen.

**Riskhantering**

Den riskhantering som beskrivs här syftar till att hantera föroreningsrisken och inte till att förändra den tidigare bedömningen av föroreningsrisk som sådan. Riskhanteringen är en kvalitativ bedömning med avseende på känslighet, skyddsvärde och behov av kontroll och dokumentation. Platser förknippade med;

- stort eller mycket stort skyddsvärde
- stor eller mycket stor känslighet

betraktas som olämpliga för lokalisering av applikationen där föroreningsrisken bedömts som ringa eller inte endast ringa. Begreppen skyddsvärde och känslighet förklaras närmare i Naturvårdsverket (1999a). Behov av kontrollprogram framgår av Tabell 7.1. I samtliga situationer ska dokumentation utföras. I den ingår att dokumentera hur applikationen och ingående material kan lämnas, återvinnas eller återbrukas, rivs/destrueras och deponeras efter driftsskedet. Vägverkets krav på dokumentation, enligt Kapitel A9 ATB Väg, kan användas som underlag för andra beställare för vad dokumentationen bör innefatta.

**Förenklade bedömningar av föroreningsrisk i enskilda byggprojekt**

Det bedömningssystem som beskrivs här kan förefalla omfattande i vissa situationer. Det kan därför vara lämpligt att klassificering av föroreningsrisk görs allmänna för vissa typer av applikationer. Därmed skulle möjlighet skapas som förenklar hanteringen i enskilda byggprojekt. Exempelvis skulle en bedömning av föroreningsrisk kunna genomföras för olika scenarier och med den bedömningen som underlag förenkla bedömningen för likvärdig användning Ett sådant exempel som

Tabell 7.1. Riskhantering baserad på föroreningsrisk.

Föroreningsrisk	Dokumentation*	Kontrollprogram**
Mindre än ringa	Erfordras	Utförs ej
Ringa	Erfordras	Utförs vid behov
Inte endast ringa	Erfordras	Ska utföras

\* För Vägverket gäller krav på dokumentation enligt kap A9 ATB Väg.

\*\* Kontrollprogram utförs för att säkerställa att gjorda bedömningar är relevanta i det enskilda fallet och avser t ex installation av kontrollutrustning och provtagning. Behov av att utföra kontroll uppstår bl a i de fall där applikationen inte har utförts och verifierats i pilotskala tidigare.

syftar till att underlätta bedömningar är de miljöriktlinjer för askor som tagits fram av Värmeforsk, Bendz et al (2006). Andra exempel på verktyg som stöd för platsspecifika bedömningar av föroreningsrisk beskrivs t ex av Banverket (2004) och Svedberg (2003).

## 7.2 Miljökonsekvensbeskrivning

Baserat på den utförda bedömningen av föroreningsrisk sker sedan en avvägning mellan olika alternativa applikationer. Denna avvägning görs antingen inom ramen för en miljökonsekvensbeskrivning eller i en anmälan och utgör en del av riskvärderingen.

I Vägverkets handbok för MKB redogörs för utförande av MKB med avseende på allmänna vägar, Vägverket (2002). Handboken kan användas som stöd också i samband med upprättande av MKB för järnvägar och andra anläggningar. Även i ”Olycksrisker och MKB” (Räddningsverket, 2001) kan stöd hämtas. Nedan redogörs kortfattat för aspekter att beakta i samband med användning av alternativa material i en MKB.

### 7.2.1 Lokalisering, utformning och omfattning

När en arbetsplan tas fram är sträckningen av vägen redan beslutad. Till redovisningen av lokaliseringen ska, förutom en karta med vägområdet, även redovisas avrinningsförhållanden och recipienter, det vill säga de mark och vattenområden som kommer att belastas med emissioner och buller. Till kartmaterialet hör en beskrivning över vad det är för typ av mark som angränsar till vägområdet och särskilda skyddsvärden som ska beaktas. Till skyddsvärden hör skyddad mark genom lagstiftning, vattentäcker, odlingsmark m m.

Eftersom en arbetsplan även omfattar utförandet ska eventuella övriga områden som erfordras utanför själva vägområdet redovisas, t.ex. upplagsplatser som är nödvändiga för materialförsörjningen.

Till utformningen hör konstruktionernas uppbyggnad, material och byggt teknik. För de konstruktioner som är tänkta anges så detaljerade uppgifter som möjligt. För t.ex. vägkroppar anges principkonstruktioner och hur dessa kan variera beroende på var i vägsträckningen man befinner sig. Om olika typer av konstruktioner används, t.ex. lättfyll-

ning för vissa avsnitt, bör man ange för vilka sträckor dessa kan tänkas komma i fråga. För att beskriva omfattningen av projektet redovisas markutnyttjande och materialmängder. Ange mängder av material för olika scenarier utifrån de konstruktioner som redovisats.

Det är viktigt att ange flera alternativ, utifrån vad som är lämpligt ur miljösynpunkt, så kan upphandlingsprocessen i ett senare skede avgöra vilka konstruktioner som kommer att anläggas. Om byggtekniken, t ex markstabilisering, är viktig vid en jämförelse med andra konstruktionslösningar ska den anges.

### 7.2.2 Planerade åtgärder för att minska miljöpåverkan

Till åtgärder för att minska miljöpåverkan hör till exempel att minska uttaget av råvaror, återanvända material som annars skulle belasta deponier, minska utsläpp från tillverkningsindustri och förhoppningsvis även transporter genom själva användningen av materialet. För avvägning av resursaspekter kan t ex Naturvårdsverkets förslag på principiellt betraktelsesätt tillämpas, se vidare Kapitel 7.3.2. Ett alternativt sätt att värdera resursaspekter är att tillämpa så kallad miljösystemanalys. Exempel på stöd för jämförelse mellan olika alternativ och prioritering kan vara länsstyrelsernas materialförsörjningsplaner, kommunala hushållningsplaner eller miljösystemanalyser.

Exempel på åtgärder som kan vidtas under utförandet för att minska miljöpåverkan är att hålla materialet torrt och minska damning. Stöd för dessa avvägningar, som ofta är materialspecifika, ska begäras av producenterna av materialet. Konstruktionens utformning är viktig för att begränsa miljörisiker och emissionsspridning. Åtgärderna bör vara uppdelade på dels byggskedet, där t.ex. buller- och damningsfrågan för anläggandet med olika material kan vara avgörande, dels till själva bruksskedet av vägen där emissionerna kan vara avgörande samt till hanteringen efter att anläggningen tas ur drift och applikationen lämnas.

### 7.2.3 Anmälan och hänsynsregler, 2 kap. miljöbalken

En värdering av föroreningsrisk bör inte endast baseras på de platsspecifika miljörisiker ett system medför utan även andra miljöaspekter, jämför t ex Riskkollegiet (1991). I denna avvägning ingår att,

förutom miljöbedömning av föroreningsrisk, göra en avvägning av andra miljöaspekter som t ex resursaspekter såväl som tekniska och ekonomiska aspekter. Detta kan liknas vid en avvägning enligt hänsynsreglerna 2 kap. miljöbalken.

### ***Avvägning av resursaspekter***

Inom ramen för en MKB sker avvägning mot olika miljöaspekter som t ex föroreningsrisk och resursaspekter. I situationen att ingen MKB utförts, se Kapitel 5, ska likväl en sådan avvägning göras. Dessa avvägningar kan också användas som underlag för anmälan enligt 9 kap. miljöbalken. I Bilaga 3 ges ett exempel på en anmälan där en avvägning inkluderas mot nämnda hänsynsregler.

Avvägningar kan förtydligas och bedömas närmare genom att tillämpa så kallad miljösystemanalys. Vägledning för sådana arbeten finns t ex i Guinée J B (2002) och Ingelstam (2002), Erlandsson (2003), och exempel på sådana arbeten finns i Kärrman et al (2006) och Peterson (2004). Som vägledning för avvägningar kan Naturvårdverkets föreslagna förhållningssätt tillämpas rörande nyttiggörande av restmaterial relaterat till föroreningsrisk och miljömål, enligt följande, Naturvårdsverket (2003):

- Ringa föroreningsrisk  
”Utnyttjande av ”restmaterial” och avfall måste stimuleras. Resursaspekterna bör därför överväga om föroreningsrisken bedöms som ringa”
- Inte endast ringa föroreningsrisk  
”Säkerställandet av en giftfri miljö måste ligga steget före, dvs miljöhänsyn väger tyngre än resurshänsyn då föroreningsrisken bedöms vara inte endast ringa”.

## 8. Materialöversikt

I detta kapitel ges inledningsvis en kort överblick över några alternativa material och deras egenskaper. Därefter beskrivs de olika materialen närmare. I Tabell 8.1 beskrivs storleksordningen för olika materialtekniska egenskaper. Likartade sammanställningar finns i t ex Vägverket (2000). För användning av hyttsten och krossad betong i vägkonstruktioner finns tekniska beskrivningar fastställda av Vägverket. För vissa material finns handböcker, se SGI Information 18 (2006).

Värdena i Tabell 8.1 är en grov uppskattning. De anges i intervall och visar variationen mellan olika material och inom olika materialtyper. Till detta intervall tillkommer variationer på grund av lagringstäthet samt att aktuella fältförhållanden inte motsvarar laboratorieförhållanden. De värden som anges kan också vara bestämda på olika sätt som framgår av referenser i tabellen.

Tabell 8.1. Exempel på materialtekniska egenskaper hos olika material.

Material / Egenskap	Maximal torrdensitet <sup>*1</sup> (t/m <sup>3</sup> )	Skrymdensitet <sup>*2</sup> (t/m <sup>3</sup> )	Dimensionerande densitet (t/m <sup>3</sup> )	Optimal vattenkvot <sup>*3</sup> (%)	Permeabilitet <sup>*4</sup> (m/s)	Friktionsvinkel <sup>*5</sup> (°)	Styvhetsmodul <sup>*6</sup> (MPa)	Kapillär stighöjd <sup>*7</sup> (m)	Värmeledningsförmåga <sup>*8</sup> (W/(m°C))
Krossad betong	1,8–2,0			8–12	10 <sup>-6</sup> –10 <sup>-5</sup>		200–480		
Hyttsten	1,8–2,1	1,5–2,0		5–7			200–600		0,3–0,7
Järnsand	Försiktig packning är nödvändig	2,0–2,3 (löst packat)	2,0 (löst packat)	Försiktig packning är nödvändig	2*10 <sup>-6</sup> –5*10 <sup>-6</sup>	34–43	100–200	0,10–0,15	0,26–0,47
Ferrokromslag	2,4–2,6	1,75–2,55	2,4	2,5–3,0	7*10 <sup>-5</sup> –1*10 <sup>-3</sup>		200–230	0,12–0,18	0,36–1,8
Flygaska	0,8–1,7	0,7–2		30–60	10 <sup>-9</sup> –10 <sup>-7</sup>		50–150		0,5–0,9
Slaggrus	1,4–1,8	1,2–1,8		14–20	10 <sup>-7</sup> –10 <sup>-5</sup>	35–38	45–140		0,2–0,5
Bottenaskor exkl slaggrus <sup>*9</sup>	0,8–1,7	0,7–1,7		13–33	10 <sup>-8</sup> –10 <sup>-4</sup>		15–30	0,3–>0,8	0,1–0,6
Skumglas	0,2–0,3	0,18–0,35	0,35–0,40		10 <sup>-3</sup> –10 <sup>-1</sup>	36–45	75–150	<0,12–0,17	0,10–0,15
Gummiklipp	0,67	0,5–0,7		Spelar ingen roll	> 10 <sup>-2</sup>	21–38	0,2–0,5	Kapillär-brytande	0,2
Naturgrus	1,7–1,9			6–10	> 10 <sup>-2</sup>	30–37			0,6–1,8 ett prov

\*1 Maximal torrdensitet bestämd vid tung laboratoriepackning (motsvarar modifierad proctor). Används som referensvärde vid bedömning av uppnått packningsresultat i fält. Packningsgrad = kvoten mellan uppnådd densitet i fält och detta värde. Egenskapen varierar med kornstorlek/fraktion.

\*2 Skrymdensiteten varierar med packningsarbete och vattenmättnadsgrad. Intervall är angivet för löst lagrat - fast lagrat vid naturlig vattenkvot.

\*3 Optimal vattenkvot bestämd vid tung laboratoriepackning (dvs. den vattenkvot som ger störst skrymdensitet). Värdet är ej relevant för alla typer av material och alla material behöver ej packas vid optimal vattenkvot.

\*4 Permeabilitet, bestämd i laboratorium på vattenmättat prov som packats in med lätt laboratoriepackning (motsvarar standard proctor). Egenskapen varierar med lagringstäthet och vattenmättnadsgrad.

\*5 Friktionsvinkel, bestämd med försök i skjuvbox eller enaxiellt tryckförsök. Egenskapen varierar med lagringstätheten.

\*6 Styvhetsmodul, bestämd med dynamiska treaxialförsök. Intervall är angivet för färskta prov vid låga – höga spänningsnivåer.

\*7 Kapillär stighöjd beror på kornstorlek/fraktion.

\*8 Värmeledningsförmåga varierar med fuktinnehåll och packningstäthet. Intervall är angivet för torrt tillstånd - naturlig vattenkvot.

\*9 Egenskaperna för bottenaskor varierar med panntyp och bränsletyp.

## 8.1 Krossad betong

Krossad betong har använts utomlands i många år som ballast i betongbeläggningar och i obundna väglager. I Sverige har det använts som obundet material i belagda vägar sedan 1990-talet.

Det finns en allmän teknisk beskrivning för krossad betong i vägkonstruktioner (Vägverket, Publ 2004:11) som utgör ett tillägg till ATB VÄG.

### Råvara/tillverkning

Den betong som är aktuell för krossning och användning som obundet vägmateriäl uppkommer antingen som restmaterial vid produktion av betong och betongvaror eller vid rivning av betongkonstruktioner, till exempel hus, bro och vägbeläggningar. Man kan därför tala om restbetong eller rivningsbetong. I båda fallen kan materialet krossas och siktas till önskvärd kornstorlek. Rivningsbetong som av naturen är ett heterogent material förädlas genom en noggrann sortering där lätta partiklar såsom trä, plast och papper frångiljs med luft och där magnetiska partiklar såsom armering avskiljs med magneter. Det genereras cirka 40 000 ton restbetong varje år i Sverige, men mängden rivningsbetong är svår att uppskatta. Den beror av rivningsaktiviteten och har uppskattats till mellan 0,3 och 3 miljoner ton per år.

### Materialegenskaper

Egenskaperna hos krossad betong är beroende av ursprungsbetongen, användningsområdet för den ursprungliga konstruktionen, krossningen och rensningen. En betong med hög tryckhållfasthet och liten föroreningsgrad ger i krossad form ett vägmateriäl av god kvalitet, i vissa fall bättre än krossat berg. En del betongmaterial kan med tiden uppvisa efterbindande egenskaper (cementeringsseffekt), vilket ökar styvheten och stabiliteten i materialet.

### Miljöbedömning

Vid användning av rivningsbetong ska det styrkas genom skriftligt intyg, som upprättats vid planeringen av rivningsarbetet, att materialet inte innehåller miljöbelastande ämnen såsom PCB, PAH, asbest och kvicksilver. För restbetong med ballast av berg behöver inte någon särskild miljökaraktärisering göras. För varje leverans av restbetong eller rivningsbetong ska anges betongens ursprungliga användningsområde och plats samt produktionsställe.

### Användningsområden

Ren, krossad betong kan användas som obundet material i vägkonstruktioner, till exempel som material till skyddslager och förstärkningslager (Figur 8.1). Materialets efterbindande egenskaper tas bäst tillvara om det används i ytor som är belastade med tung trafik och om det läggs i lager om minst 15 cm tjocklek, till exempel i förstärkningslager.



Figur 8.1. Krossning och utbredning av förstärkningslager av krossad betong.





## 8.2 Hyttsten

Hyttsten är marknadsnamnet för luftkyld masugnsslagg som är en restprodukt från järnframställning. Materialet har använts som anläggningsmaterial utomlands och i Sverige under mycket lång tid och betraktas i många europeiska länder som ett traditionellt material.

Sedan 2005 finns det en svensk teknisk beskrivning för användning av hyttsten i vägkonstruktion (Vägverket Publ 2005:39).

### Råvara/tillverkning

Vid tillverkning av råjärn i masugn används de tre råvarorna järnmalm, kol/koks och kalksten. Koks utgör bränsle och kalksten fungerar som slaggbildare. Under processens gång bildas förutom råjärn s.k. masugnsslagg och båda materialen tappas ur ugnen för vidare förädling. Slaggen kan kylas på två sätt, vilket ger två olika material - hyttsten och hyttsand. Hyttsten uppstår vid långsam avkyllning i luft som ger en kristallin slagg som kan krossas och siktas till olika fraktioner. Om slaggen istället kyls snabbt i vatten blir resultatet ett finkornigt amorft material, s.k. hyttsand. Det genereras cirka 400 000 ton hyttsten per år i Sverige.

### Materialegenskaper

Den kemiska sammansättningen hos masugnsslagg (hyttsten) påverkas av järnmalmskvaliteten och slaggbildaren. Innehållsmässigt består materialet mestadels av kalcium-, magnesium- och kiseloxi-

der samt upp till ca 2 % svavelföreningar. Hyttsten är ett granulerat material och liknar i det avseendet krossat berg. Hyttsten har några avvikande egenskaper framför allt porösare korn än bergkross, vilket ger lägre värmekonduktivitet (= bättre tjälisolering) och sämre beständighet mot mekanisk påverkan. På grund av cementerande reaktioner i finmaterialet kan ett hyttstenslager få ökande styvhet och bärförmåga med tiden.

### Miljöbedömning

Vid användning av materialet bör bl a dess svavelinnehåll uppmärksammas då det i vissa fall är lättakut. Även svavelukt kan uppstå vilket ställer krav på hanteringen t.ex. lagring, krossning och användning. I vissa fall kan lakvatten från hyttsten leda till sänkning av pH-värdet, trots sina buffrande (pH höjande) egenskaper. Detta kan leda till begränsad användning, t ex inom skyddsvärda och känsliga områden, t ex vattentäkter och mindre vattendrag, se även VV Publ. 2005:039.

### Användningsområden

Hyttsten kan t ex användas som obundet material i vägkonstruktioner, till exempel som skyddslager och förstärkningslager. Bäst utnyttjas egenskaperna i ett förstärkningslager. Vid användning ska hyttstensmaterial kvalitetssäkras enligt VV Publ. 2005:039.



Figur 8.2. Utläggning av hyttsten.

### 8.3 Skumglas

®HASOPOR skumglas är en industriellt framtagen produkt där produktionen sker under kontrollerade former. Råmaterialet består av återvunnet glas och produkten är ett granulat med normal kornstorlek mellan 10 och 60 mm. Skumglasgranulat har använts i väg- och anläggningsbyggnad i Norge och Sverige sedan 1998. I Europa har skumglasgranulat existerat på marknaden sedan 1988.

#### Råvara/tillverkning

Varje år samlas det in stora mängder returglas i Sverige och Norge. Fabriken i Meråker (Norge) behöver idag ca 10 500 ton glas/år för att tillgodose full produktion av skumglas. Det motsvarar ca 3–4 % av totalt insamlat glas idag i Sverige och Norge. Det återvunna glaset åtskiljs i fabriken från papper, plast, keramik och metall varefter det krossas till ett fint pulver. En aktivator tillsätts glaspulvret och mixas samman, varefter det matas ut på ett stålband och in i en tunnelugn. Pulvret värms upp och expanderar 4–5 gånger sin ursprungsvolym. När produkten lämnar ugnen bryts det sönder i mindre, kubiska bitar i samband med den snabba avkyllningen.

#### Materialegenskaper

Skumglas har kubisk form och är ett poröst material som utgörs av ca 8 volymprocent glas och 92 volymprocent porer. Formen och ytporositeten ger materialet dess geotekniska egenskaper, t ex hög friktionsvinkel. Den höga procentandelen porer medverkar till låg densitet och god isolationsförmåga. Materialet har goda dränerande egenskaper och är kapillärbrytande. Produkten ®HASOPOR är CEMärkt (ETA-05/0187). Materialets sammansättning är snarlikt den för glas, dvs är amorft och utgörs huvudsakligen av kiseloxid (kvarts). För vissa ämnen som t ex As och Pb kan totalinnehållet vara förhöjt i relation till krossat berg.

#### Miljöbedömning

Statens vegvesen i Norge har formulerat gränsvärden för acceptans av produkten Hasopor för vägändamål. Dessa gränsvärden baserar sig på bl.a. utlakningstester (pHstat), kolonntester och fullskaliga fältförsök. Statens vegvesen (2006). Motsvarande produkt har samtidigt bedömts som ej godkänd byggvara, bl a med hänvisning till innehållet av bly, Banverket (2007).



Figur 8.3. Släpvagn som står på en skumglasfyllning och tippar sin last.



Figur 8.4. Skumglas som isoleringsmaterial utlagd på ena väghalvan.

#### Användningsområden

Skumglas har låg densitet, ca 200 kg/m<sup>3</sup>, och lågt värmeledningstal, ca 0,1 W/mK. Detta innebär att dess huvudsakliga användningsområden är som lättfyllnadsmaterial och tjälisoleringsmaterial. Andra användningsområden är som dränerande och kapillärbrytande lager samt som vibrationsdämpare. Utläggning av skumglas visas i Figur 8.3 och 8.4.



## 8.4 Järnsand

Järnsand är benämningen på den granulerade slagg som genereras vid kopparsmältverket i Rönnskär. Namnet kommer av att dess huvudsakliga beståndsdel är ett järnsilikat. Granulerad slagg från Rönnskär har använts i väg- och anläggningsbyggnad i Västerbotten sedan början av 1970-talet.

### Råvara/tillverkning

I Sverige produceras järnsand endast vid Boliden Mineral AB:s smältverk i Rönnskär. Produktionen motsvarar ca 260 000 – 270 000 ton per år av vilket huvuddelen används för väg- och anläggningsobjekt, se Figur 8.5 och 8.6. Råvarorna utgörs av kopparkoncentrat och kvartssand som utgör slaggbildare. Driften är kontinuerlig vilket garanterar en begränsad variation i såväl slaggens som slutproduktens sammansättning.

### Materialegenskaper

Järnsand är ett väl förglasat järnsilikat (fayalit) med ett lågt innehåll av kalcium, zink och svavel. Förutom av järn och zink domineras dess metallinnehåll av koppar, krom och molybden vilka tillsammans utgör mindre än två viktsprocent av slagen. Innehållet av övriga spårämnen är litet. Järnsanden är ett ensgraderat material – en svartskimrande sand i fraktionen 0,5 – 3 mm. Utmärkande från teknisk synpunkt är dess värmeisolerande förmåga och låga kapillära stighöjd. Dess bärförmåga (styvhet) är emellertid begränsad vilket innebär att den inte kan ligga särskilt högt upp i vägkroppen. Om järnsanden läggs nära vägbanan uppkommer ökad risk för frosthalka vintertid. Järnsand bör packas med stor försiktighet så att de relativt spröda slaggekornen inte krossas. Packning kan visserligen öka lagrets styvhet något men även en liten nedkrossning försämrar både dess värmeisolerande och dess kapillärbrytande förmåga.

### Miljöbedömning

Kvaliteten på materialet som ska användas, enligt Bolidens egen kvalitetssäkring, styrs efter att lakningsegenskaperna enligt kolonnförsök ska klara mottagningskriterier för inert deponi enligt NFS 2004:10.

### Användningsområden

Järnsand är internt kvalitetssäkrat för användning i vägar och andra geokonstruktioner. Den vanligaste användningen är i vägars förstärknings- och skyddslager. Järnsandens begränsade bärighet (styvhet) innebär att den måste kombineras med mer bärkraftiga material i vägens överbyggnad. Dessa materialens egenskaper och mäktigheter bestämmer hur djupt och hur mäktigt lagret av järnsand kan byggas. Järnsandens isolerande och kapillärbrytande förmåga tas bäst tillvara i det s k skyddslagret. Särskilt goda resultat har erhållits när man samtidigt överdimensionerar bärlagret något. Beroende av kraven på den väg som byggs, finns det möjligheter att järnsanden kan ersätta förstärkningslagret helt eller delvis. Normalt görs lagret med järnsand ca 0,5 m tjockt för att hindra tjalning av ovanliggande lager. Järnsand har dränerande egenskaper vilket gör den användbar som material i ledningsbäddar särskilt om dessa är utsatta för frost.



Figur 8.5. Utläggning av järnsand i gata i Bergsbyn, Skellefteå.



Figur 8.6. Godsterminal i Skellefteå – järnsand som undre del i förstärkningslagret (skyddslager).

## 8.5 Ferrokromslag

Slagg från tillverkningen av ferrokrom har sedan början av 1990-talet använts i väg- och anläggningsbyggnad som bär- och förstärkningslager i Sverige och Finland. Ferrokrom är råvara för framställning av legerat stål, t.ex. rostfritt stål.

### Råvara/tillverkning

I Sverige produceras ferrokromslag vid Vargön Alloys AB anläggning i Vargön. Årligen genereras ca 125 000 ton slagg för användning inom väg- och anläggningsobjekt. Råvarorna för ferrokrom utgörs av krommalm, kvartsit och koks där malmen innehåller de metaller som erfordras, kvartsiten utgör slaggbildare (ibland tillsammans med magnesit och bauxit) medan koks fungerar som reduktionsmedel och bränsle. Ferrokrom och ferrokromslag tillverkas med bästa tillgängliga teknik (BAT) för miljön. Tillverkningen är kvalitets- och miljösäkrad enligt ISO 9001 och 14001.

### Materialegenskaper

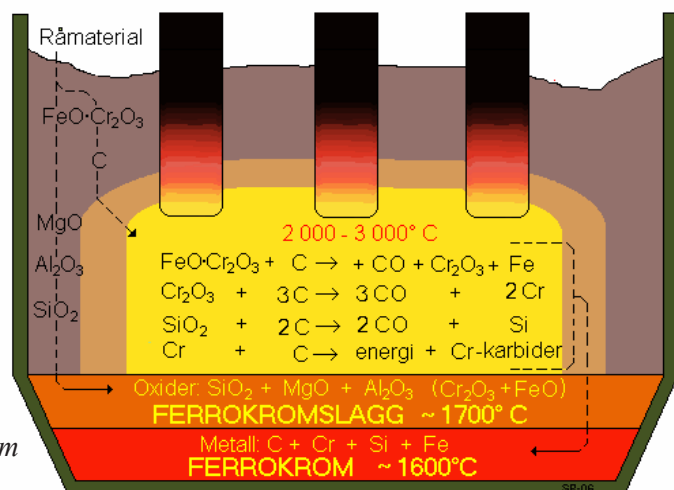
Materialets mineralogiska sammansättning är spinell, forsterit, en glasfas, samt helt eller delvis reducerad kromit. En väl styrd tillverkningsprocess ger en likartad sammansättning trots variationer av råmaterial. Utmärkande för ferrokromslag från teknisk synpunkt är dess relativt höga styvhet (god bärighet) i en packad markkonstruktion. Materialet är något tyngre än krossat berg och är väl dränerande med en relativt låg kapillär stighöjd. Ferrokromslag är ett stabilt och icke vittrande material som är beständigt mot nötning. Det kan i vissa fall vara värmeisolerande.

### Miljöbedömning

Utlakningen av spårämnen från ferrokromslag är mycket liten och därför har Länsstyrelsen i Västra Götaland och Naturvårdsverket bedömt ferrokromslag som ett inert avfall med mycket liten risk för emissioner. Trots att det innehåller höga kromhalter motsvarar utlakningen den för naturliga jordmaterial. Ferrokromslagen behöver därför inte ligga över grundvattenytan men bör inte användas i omedelbar närhet av vattentäcker. Länsstyrelsen har vidare funnit att användningen av ferrokromslag är i linje med miljöbalkens mål om återvinning givet att materialet används på lämpligt sätt (Länsstyrelsens PM 555-64725-2002).

### Användningsområden

Den vanligaste användningen av ferrokromslag är vid vägbyggnad i vägens förstärkningslager, men också i obundna bärlager. Den kan vara fördelaktig som tjälisolerande skikt i det s k skyddslagret, men man bör vara försiktig med att använda den alltför högt upp i väggroppen i belagda vägar (risk för frosthalka på vägbanan). Andra användningsområden är alla typer av bärande fyllningar (dock inte s k lätta fyllningar).



Figur 8.7. Tillverkningsprocess för ferrokrom och ferrokromslag.

## 8.6 Flygaska (kol- och biobränslen)

Flygaskor från förbränning av kol-, trä- och skogsavfall har använts länge i väg- och anläggningsbyggnad, till exempel som bär- och förstärkningslager i grusvägar och industriytor. Detta sker till exempel i Uppsala, Södermanlands och Västmanlands län och i Finland.

### Råvara/tillverkning

Årligen genereras ca 300 000 ton flygaska i samband med förbränning av kol- och biobränslen för energiproduktion i Sverige.

### Materialegenskaper

Flygaskor är sammansatt av bl a annat kvarts, kalciumoxider och innehåller lätt lakbara ämnen bl a natrium, kalium, sulfat, klorid. Flygaskor kan förväntas vara anrikade på ett antal metaller som till exempel kadmium, bly, zink. Torra flygaskor kan betecknas som silt till sandig silt med avseende på kornstorleksfördelning.

Utmärkande för flygaskor är de härdande egenskaperna som varierar med bränsle, förbränningstyp och lagring av askan. Skjuvhållfastheten efter härdning kan variera mellan några MPa och  $> 10$  MPa och kan optimeras genom tillsats av vatten och bindemedel (cement, Merit, kalk). Även tätheten hos produkter baserade på flygaska kan optimeras genom sådana tillsatser. Till härdningen krävs det i vissa applikationer tillskott av vatten efter packning. Packningsgraden är viktig för att erhålla ett hållfast och tätt material. Materialet kan i vissa fall vara värmeisolerande. Vid användning under yt- eller grundvatten bromsas härdningen. Flygaskor har högt pH och hög konduktivitet i kontakt med vatten.



### Miljöbedömning

Vid användning av flygaska baserad på kol- och biobränslen bör speciellt lätt lakbara ämnen som närsalter och damningsproblematik uppmärksammas. Detta innebär bl a att flygaska bör endast läggas upp direkt på vägen och i befuktat tillstånd, det senare för att undvika damning. Det bör vidare uppmärksammas att materialet är basiskt på motsvarande sätt som cement. I Värmeforsk riktlinjer för miljöriktig användning av askor, Bendz et al (2006) finns stöd för bedömning av föroreningsrisk.

### Användningsområden

Flygaska kan användas för att förbättra funktionen hos olika konstruktioner. Det finns två typapplikationer, en med enbart flygaska och en där flygaska blandas med jord, t ex grus. Egenskaper som hög hållfasthet och god frostbeständighet gör att produkter baserade på flygaska till exempel kan användas för att öka bärförmågan och förbättra tjälegenskaper hos vägar och industriytor speciellt under tjällossningen, se Figur 8.8.

Utförande med produkter baserade på flygaska skiljer sig från hanteringen av sand och grus framför allt med avseende på hållfasthetsutveckling, damning och känslighet för nederbörd.



Figur 8.8. Exempel på användning av flygaska i bär- och förstärkningslager i grusvägar (tv Uppsala, th Hallstavik).



## 8.7 Slaggrus

Slaggrus är avfallsbranschens namn på sorterad och lagrad bottenaska från förbränning av hushålls- och industriavfall i en rosterpanna. Det har använts i många år som väg- och anläggningsmaterial i Danmark, Nederländerna och andra europeiska länder. I Sverige har det under de senaste tio åren utförts en handfull objekt med slaggrus, till exempel gator och parkeringsytor, huvudsakligen i Skåne.

### Råvara/tillverkning

Årligen genereras ca en halv miljon ton bottenaska i samband med förbränning av hushålls- och industriavfall för energiproduktion i Sverige. På vissa anläggningar förädlas askan regelbundet till slaggrus. Förädlingen innebär bland annat att magnetiska partiklar i askan sorteras bort och att den lagras en viss tid utomhus.

### Materialegenskaper

Slaggrus har liknande utseende och fysikaliska/geotekniska egenskaper som gråsvart sandigt grus. Materialet är något lättare än grus. Det är även sprödare, men har bättre isolerande egenskaper på grund av sitt låga värmeledningstal. Den kemiska sammansättningen varierar beroende på bränslet, förbränning och hantering, vilket ska uppmärksammas vid nyttiggörande

### Miljöbedömning

De miljöparametrar som bör uppmärksammas för slaggrus är innehållet av arsenik, antimon och lätt lakbara ämnen som sulfat och klorid. Innehållet av sulfater och klorider kan begränsa användningsmöjligheten i konstruktioner med stor infiltration. Användning inom skyddsvärda och känsliga områden, t ex vattentäkter och mindre vattendrag bör undvikas, se även VV Publ. 2005:039. Dammning bör undvikas. Föroreningsrisken vid användning kan bedömas med hjälp av Värmeforsks riktlinjer för miljöriktig användning av askor (Bendz et al, 2006). Vid konstruktionens upphörande bör slaggruset användas för nya konstruktioner eller deponeras.

### Användningsområden

Slaggrus kan ersätta grus och sand och i vissa fall krossat berg i olika anläggningsarbeten. I vägar och industriytor kan slaggrus användas i de obundna lagren till exempel som underbyggnad, skyddslager och i vissa fall förstärkningslager (Figur 8.9). Någon typ av hårdgjord yta eller beläggning bör alltid utföras på konstruktionen. Slaggrus kan också användas som konstruktionsmaterial på deponier.



Figur 8.9. Exempel på användning av slaggrus som förstärkningslager. Ovan parkeringsyta i Malmö, till höger gata i Käglinge.



## 8.8 Bottenaska exklusive slaggrus

Bottenaskor från förbränning av kol, trä och skogsavfall har använts i väg- och anläggningsbyggnad till exempel som fyllningsmaterial i vägar och ledningsgravar.

### Råvara/tillverkning

Bottenaskan bildas i samband med förbränning för energiproduktion. Årligen genereras ca 400 000 ton bottenaska från förbränning av kol, trä och biobränsle i Sverige.

### Materialegenskaper

Egenskaperna hos bottenaska beror på vilket bränsle och vilken typ av förbränning som använts. Förbränning i en panna med bubblande eller cirkulerande fluidbädd ger ett lätt, sandliknande material som brukar kallas för pannsand, medan en rosterpanna ger ett mer grovkornigt och slaggluknande material. Dåligt utbrända askor krossas lätt vid packning och deformeras lätt vid belastning. En del bottenaskor har visats vara kraftigt kapillärt sugande och tjällyftande vid laboratorieprovning. De flesta bottenaskor är lättare och mer isolerande än sand och grus.

### Miljöbedömning

Vid användning bör speciellt innehållet av arsenik, bly och lätt lakbara ämnen såsom sulfat och klorid uppmärksammas. Innehållet av dessa lättlökade ämnen kan begränsa användningsmöjligheten i konstruktioner med stor infiltration. Användning inom skyddsvärda och känsliga områden, t ex vattentäkter och mindre vattendrag bör undvikas, se även VV Publ. 2005:039. För att undvika dammning bör askan läggas ut i befuktat tillstånd. Föroreningsrisken vid användning kan bedömas med hjälp av Värmeforsks riktlinjer för miljöriktig användning av askor (Bendz et al, 2006).

### Användningsområden

Eftersom egenskaperna varierar stort, varierar även användningsmöjligheterna mellan olika bottenaskor. Väl utbrända pannsander från fluidbäddar passar bäst som fyllningsmaterial i ledningsgravar, medan rostbottenaskorna kan passa som vägunderbyggnadsmaterial. I flera sammanhang kan bottenaskan bidra till en lättare konstruktion genom sin låga densitet. Rostbottenaskor från kol/gummiförbränning har till exempel med framgång använts som lätt fyllning (Figur 8.10).



Figur 8.10. Exempel på användning av kolbottenaska som lätt bankfyllning, E4 Åby-Norrköping.





## 8.9 Gummiklipp

Gummiklipp utgörs av däck och då främst däck från personbilar. Däck lyder under producentansvar och ca 60 000 – 70 000 ton däck samlas in för återvinning och återbruk årligen.

### Råvara/tillverkning

Gummiklipp består av fragmenterade däck och levereras i olika fraktioner, vanliga beteckningar är 30 – 30, 50 – 50 och 50 – 300 mm. I underlag för en CEN-standard finns utarbetat definitioner och kvalitetskrav på gummiklipp, CEN (2004). I vissa applikationer, t ex för lättfyllning, kan däcken användas hela, dvs utan fragmentering.

### Materialegenskaper

Gummiklipp har samma sammansättning av ingående komponenter som råvaran bildäck. Ett genomsnittligt europeiskt sommardäck består av cirka 83 % gummi, 12 % stålkord och 5 % textila material, baserat på vikt. Den kemiska sammansättningen utgörs främst av kol, svavel, kisel, järn, mangan, och zink. Bland de ingående organiska ämnen återfinns t ex PAH i låga halter (< 0,01 %) i jämförelse med BASTA-systemet. Ur ett tekniskt perspektiv är gummiklipp ett lätt, dränerande och isolerande material med elastiska egenskaper. Det är vidare brännbart. Konventionella maskiner kan användas för utförandemoment men banddrivna fordon är att föredra vid utläggning. Materialet kan läggas ut året om utan särskilda åtgärder då det inte fryser ihop.



### Miljöbedömning

Vid miljöbedömning av gummiklipp bör särskilt uppmärksammas organiska ämnen som t ex PAH, fenoler och de lätt lakbara ämnen som kan frigöras från materialet. Dessa utgörs bl a av järn och mangan som kan leda till missfärgning av infiltrerande vatten. Zink bör också uppmärksammas. Materialet bör inte användas i skyddsvärda eller känsliga områden. Användning av materialet leder vanligen till att naturresurser sparas. Placeringen av materialet i en applikation bör ske över grundvattenytans nivå och med god avvattningskonstruktion och med begränsad lagertjocklek (normalt < 3 m). I samband med utförande bör personal anpassa klädsel t ex med skyddsskor och handskar för att undvika skär- och rivskador på grund av korda hos vissa typer av gummiklipp.

### Användningsområden

Gummiklipp används i anläggnings-sammanhang för att konstruera funktionella lager. Exempel på tillämpningar är som skyddslager (tjälisolering) i vägar, som motfyllnadsmaterial och lättfyllning i t ex i bullervallar eller vägbankar, se exempel i Figur 8.11.



Figur 8.11. Gummiklipp som skyddslager i väg, pågående utläggning och packning.

### 8.10 Sammansatta obundna material

Sammansatta obundna material, SAM, är ett koncept för frågor kring materialegenskaper och logistik, när avfall ska bli anläggningsprodukt. Grundlösningen är densamma för alla materialslag. Efter bearbetning går restprodukten vidare som råvara till produktion av konventionella anläggningsprodukter inom den ordinarie ballastindustrin.

#### Råvara/tillverkning

Konceptet bygger på att restprodukter först undersöks och bearbetas till komponenter innan de går vidare i tillverkningsprocessen. Beskrivningen inriktas på fyra grupper av restprodukter:

- Returasfalt
- Returbetong (t ex krossad betong)
- Metallslagger (t ex hyttsten)
- Energiaskor (t ex slaggrus).

Materialen bereds och förvaras efter förutsättningarna, antingen på anordnade mellanlager eller på platser där materialen uppstår. Efter behövlig mognadstid och frånskiljning av material för annan hantering krossas återstoden till önskad gradering. Därefter samkrossas eller blandas komponenten med berg, vilket kan ske på platser där konventionella ballastprodukter tillverkas.

#### Materialegenskaper

Sammansatta material är tänkta för samma funktioner som konventionella obundna material. Ytterligare egenskaper kan tillgodoräknas om komponenterna anpassas så att dess inneboende egenskaper används t ex naturlig gradering, partikelhårdhet eller sammanhållande förmåga. De enskilda materialens egenskaper och den slutliga produktens miljötekniska egenskaper beror av de valda komponenterna.

#### Miljöbedömning

Beroende av den mångfald av potentiella SAM-produkter som kan skapas får miljöbedömning ske i varje enskilt fall.

#### Användningsområden

Avsikten med SAM-produkterna är att de ska kunna användas i olika överbyggnadsfunktioner för obundna material, från bärlager och nedåt i väg- och anläggningskonstruktioner.



Figur 8.12. SYSAV:s sorteringsanläggning för bottenaska på Spillepeng i Malmö (ovan) och exempel på användning av SAM-produkten ASFALTBär i Kista norr om Stockholm.

## 9. Referenser och hänvisningar

### Föreskrifter, standarder och metodbeskrivningar

AFS	Arbetsmiljöverkets föreskrifter, <a href="http://www.arbetsmiljoverket.se">www.arbetsmiljoverket.se</a>
ASTM	Amerikansk standard. American Society for Testing and Materials, <a href="http://www.astm.org">www.astm.org</a>
ATB VÄG 2005	Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. Publikation 2005:112. ISSN 1401-9612. Vägverket, Borlänge. <a href="http://www.vv.se/templates/page3_14328.aspx">www.vv.se/templates/page3_14328.aspx</a>
BVH	Banverkets handböcker. Banverket, Borlänge, <a href="http://www.banverket.se">www.banverket.se</a>
BVH 585.31	Typsektioner för bana
BVH 585.2	Makadamballast
BVH 585.85	Hantering av jordmassor
BVH 806.1, 2, 3	Förstudie, Järnvägsutredning, Järnvägsplan
BVS	Banverkets standard, Banverket, Borlänge, <a href="http://www.banverket.se">www.banverket.se</a>
BVS 581.161	Järnvägs AMA 98. Anläggning. Banverkets komplement till AMA 98. (2003).
BVS 585.11	Lättyllning i järnvägsbankar.
BVS 585.12	Trafiklaster vid dimensionering av geokonstruktioner.
BVS 585.53	Frostskydd med cellplast i befintligt spår.
ISO	Internationell standard. <a href="http://www.iso.org">www.iso.org</a>
KIFS 2005:7	Kemikalieinspektionens föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska produkter.
NFS 2004:10	Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall.
NT ENVIR	Nordtest Metod. Nordisk InnovationsCenter, Oslo. <a href="http://www.nordicinnovation.net/nordtest.cfm">www.nordicinnovation.net/nordtest.cfm</a>
NT Techn Report	Nordtest Technical Report. Nordisk InnovationsCenter, Oslo. <a href="http://www.nordicinnovation.net/nordtest.cfm">www.nordicinnovation.net/nordtest.cfm</a>
SFS 1971:948	Väglag
SFS 1977:1160	Arbetsmiljölager
SFS 1979:429	Skogsvårdslag
SFS 1998:808	Miljöbalk
SFS 1989:899	Förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd
SFS 1995:1649	Lagen om byggande av järnväg
SFS 2001:512	Förordning om deponering av avfall
SFS 2001:1063	Avfallsförordning
SS, SS-EN	Svensk standard. Standardiseringen i Sverige, Stockholm. <a href="http://www.sis.se">www.sis.se</a>
VVMB	Vägverkets Metodbeskrivningar. Vägverket, Borlänge. <a href="http://www.vv.se">www.vv.se</a>
VVMB 107	Bestämning av ojämnheter och tvärfall med rätskiva, Vägverket Publ. 2001:29.



VVMB 108	Bestämning av tvärfall med bogserad mätvagn, Vägverket Publ. 1994:39.
VVMB 112	Deflektionsmätning vid provbelastning med fallviktsapparat, Vägverket Publ. 1998:80.
VVMB 114	Bearbetning av deflektionsdata, erhållna vid provbelastning av väg med fallviktsapparat, Vägverket Publ. 2000:29.
VVMB 116	Vägytemätning med mätbil; objektmätning, Vägverket Publ. 2004:65.
VVMB 301	Beräkning av tjällyftning. Vägverket Publ. 2001:101.
VVMB 605	Bestämning av vattenkvot och densitet med isotopmätare, Vägverket Publ. 1993:26.
VVMB 606	Bestämning av bärighetsegenskaper med statisk plattbelastning, Vägverket Publ. 1993:19.
VVMB 908	Statistisk acceptanskontroll, Vägverket Publ. 1994:41.

## Övriga referenser

- Appelo, et al (2005):** Geochemistry, Groundwater and pollution. Appelo C.A.J, Postma D, A.A. Balke-ma. ISBN 90 5410 105 9.
- Arm, M. (2003):** Mechanical properties of residues as unbound materials. Doctoral thesis. Kungl Tekniska Högskolan, Stockholm.
- Arm, M. (2006a):** Strength development in layers of crushed concrete. Annex till dokument CEN/TC 154/SC4 N172, 2005-09-13. Statens geotekniska institut, Linköping.
- Arm, M. (2006b):** Handbok - Slaggrus i väg- och anläggningsarbeten. SGI Information 18:5 / Luleå tekniska universitet, LTU. Statens geotekniska institut, Linköping.
- Banverket (2003):** FU 2000, Generella systemkrav vid upphandling. Banverket, CV, Utgåva E dat 2003-03-15. Se även [www.banverket.se](http://www.banverket.se).
- Banverket (2003b):** Förstudie, Urlakning ur banvallar, URBAN. Brömssen M., Ecke H., Jonasson S., Norrström A. Banverket Bansystem 03-03, Banverket Dnr: S01-3287/08.
- Banverket (2004):** Granskningskriterier för kemiska produkter inom Banverket. Ledin U, 2004-12-06. Banverket, Borlänge.
- Banverket (2007):** Banverkets och Vägverkets förteckning över miljöbedömda produkter, byggvaror. Revideringsdatum 2007-01-31, Ersätter tidigare 2006-11-30, [www.banverket.se](http://www.banverket.se).
- Bendz, D., Wik, O., Elert, M., Håkansson, K. (2006):** Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande. Värmeforsk rapport 979. Värmeforsk Service AB, Stockholm.
- Bjurström H. och Suèr P. (2006):** Vad är oförbränt? Värmeforsk rapport 951. Värmeforsk Service AB. Stockholm.
- Breedveld et al (2004):** Leaching of organic contaminants from construction debris - Development of a diffusion test procedure. G. D. Breedveld, K. Broholm, L. Larsson, Ø. Kvalvåg, Nordtest, Techn. report 577.
- BYKR (2005):** Byggvarudeklaration. [www.kretsloppsradet.se](http://www.kretsloppsradet.se)
- CEN (2004):** prCEN 14243:2004 Post-consumer tyre - Materials and applications. CEN/BT/TF 145N012, Date: 2003-08, TC TF 145 WI CSN06001, CEN/BT/TF 145.
- Ekdahl, P. och Wiklund, K. (2002):** Alternativa vägmateri- als tekniska egenskaper i väg - Förstudie utförd på uppdrag av Vägverket Borlänge.
- EKU (2005):** EKU-delegationen, [www.miljostyrningsradet.se](http://www.miljostyrningsradet.se)
- Erlandsson, M. (2003):** Miljöbedömningsmetod baserad på de svenska miljömålen - visionen om det framtida hållbara samhället. Rapport B 1509, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Stockholm, Sverige.

- Flyhammar et al (2004):** Emissioner från ballast- och fyllnadsmaterial under en vägs livs-längd. Lunds universitet, Institutionen för geologi. LUTVDG/TVTIG-7025-SE.
- Forssblad, L.(1987):** Packning av jord- och bergmaterial. AB Svensk Byggtjänst, Kristianstad.
- Gerland (2007):** Personlig kommunikation, Gerland Susanne, Miljödepartementet/ Rättsenheten, Stockholm i mars 2007.
- Handboken Bygg (1984):** Handboken Bygg - Geoteknik, 1984, Liber Förlag, Stockholm.
- KEMI (1991):** Gränsvärden, vad de innebär och hur myndigheterna använder dem. Kemika-lieinspektionen, Stockholm 1991. ISSN 0284-1185.
- Knutsson, G. och Morfeldt, C. (2002):** Grundvatten, teori och tillämpning. Svensk Byggtjänst, Stockholm.
- Krauskopf (1985):** Introduction to geochemistry, Krauskopf K. B.. McGraw-Hill , ISBN 0-07-035447-2.
- Kärrman, E., Olsson, S., Magnusson, Y. och Petersson, A. (2006):** Miljösystemanalys för nyttiggörande av askor i anläggningsbyggande. Värmeforsk Rapport 953. Värmeforsk Service AB, Stockholm.
- Mácsik et al (1998):** Kompendium Miljögeoteknik. AFR-kompendium 7, juni 1998. ISSN 1400-0210, ISRN AFR-K-07-SE. Stockholm 1998, Naturvårdsverket.
- Miljödepartementet (2007):** Förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, Utkast december 2006. Miljödepartementet/ Rättsenheten, Stockholm.
- Miljömålsportalen (2006):** [www.miljomal.nu](http://www.miljomal.nu)
- Munde H., Svedberg B., Macsik J., Majjala A., Lahtinen P., Ekdahl P. & Néren J. (2006):** Handbok - Flygaska i mark- och vägbyggnad. Grusvägar. SGI Information 18:4 / Luleå tekniska universitet, LTU. Statens geotekniska institut, Linköping.
- Mroueh, UM., Mäkelä, E., Wahlström, M., Kauppila, J., Sorvari, J., Heikkinen, P., Salminen, R., Juvankoski, M. & Tammirinne, M. (2000):** By-products in earth construction, Assessment of acceptability. Technology Review 96/2000. Tekes National Technology Agency.. Helsingfors.
- Mäkelä, H. och Höynälä, H. (2000):** By-products and recycled materials in earth structures, Materials and applications. Technology Review 92/2000. Tekes National Technology Agency, Helsingfors.
- Naturvårdsverket (1999a):** Metodik för inventering av förorenade områden, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Rapport 4918, Naturvårdsverket, ISBN 91-620-4918-6, ISSN 0828-7298.
- Naturvårdsverket (1999b):** Grundvatten, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Rapport 4915, Naturvårdsverket, ISBN 91-620-4915-1, ISSN 0828-7298.
- Naturvårdsverket (1999c):** Sjöar och vattendrag, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Rapport 4913, Naturvårdsverket, ISBN 91-620-4913-5, ISSN 0828-7298.
- Naturvårdsverket (2002):** Sammanställning av laktester för oorganiska ämnen. Rapport 5207, maj 2002. Naturvårdsverket, ISBN 91-620-5207-1.
- Naturvårdsverket (2003):** Presentation av Södermark Björn, Naturvårdsverket, vid SGF-seminarium maj 2003 ”Att Bygga med avfall, - miljörättsliga möjligheter och begränsningar.”
- Naturvårdsverket (2005a):** Pröva eller inte pröva?, Förslag till ändringar i förordningen (SFS 1989:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Naturvårdsverket, Rapport 5353, Februari 2004. Naturvårdsverket. ISBN 91-620-5353-1. ISSN 0282-7298.
- Naturvårdsverket (2005):** Vägledning för riskbedömning av förorenade områden. Remissversion 2005-07-04. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2006):** [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)
- Olsson, S. (2005):** Environmental assessment of municipal solid waste incinerator bottom ash in road constructions. Kungliga tekniska högskolan, Stockholm, TRITA-LWR.LIC 2030. ISSN 1650-8629, ISRN KTH/LWR/LIC 2030-SE, ISSN 91-7178-151-X.

- Rogbeck, Y. et al (2003):** FoU - Metodik för godkännande av ej normerade geokonstruktioner, Metodik och kravspecifikation, Slutrapport. Uppdrag 140326 åt Banverket, Borlänge. Scandiaconsult Sverige AB, Stockholm.
- Roth, L (2005):** Reuse of construction materials, Environmental performance and assessment methodology. Dissertation No 928. Linköpings universitet. ISBN 9185297-51-8, ISSN 0345-7524.
- Räddningsverket (2001):** Olycksrisker och MKB. Räddningsverket, U30-601/01, 2001. ISBN 91-7253-094-04.
- SGF (1982):** Jordarters indelning och benämning. Svenska geotekniska föreningen, SGF och Byggnadsforskningrådet, T21:1982.
- SGF (2003):** Att bygga med avfall, miljörettsliga möjligheter och begränsningar för återvinning av avfall för anläggningsändamål. SGF rapport 1:2003. Svenska geotekniska föreningen, Linköping. ISSN 1103-7237. ISRN SGF-R-03/1-SE.
- Sjöberg, L. och Thedéen, T. (2003):** Att reflektera över risker och teknik. Grimvall G., Jacobson P. och Thedéen T. (red). Risker i tekniska system. Lunds tekniska högskola. Studentlitteratur.
- SkogForsk (1992):** Skogsbilvägar, service, underhåll och upprustning. Stiftelsen Skogsbrukets forskningsinstitut, Skogforsk. ISSN 91-7614-077-6.
- Skogsstyrelsen (odated):** Anvisningar för projektering och byggande av skogsbilväg klass III och IV. Skogsvårdsstyrelsen, idag Skogsstyrelsen.
- Skogsstyrelsen (1999):** Planera och bygga skogsbilväg. Best Nr 0541. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Sparks (2003):** Environmental Soil Chemistry, Donald L. Sparks., Academic Press Inc., U.S.; 2 Rev Edition ISBN-10: 0126564469
- Sposito (1989):** The chemistry of soils. Sposito G. Oxford University press. ISBN 0-19-504615-3.
- Statens vegvesen (2006):** Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging. Prosjektrapport nr 14 fra Gjenbruksprosjektet, Teknologirapport 2432, Statens vegvesen, Vegdirektoratet 2006].
- SWECO (2004):** En miljömässig utvärdering av provsträckor med alternativa material på Björnsbyvägen, Väg 597/597.01, Uppdragsnummer 1673032000.
- Svedberg, B. (2003):** Miljögeotekniskt bedömningssystem, - Applikation på väg- och järnvägsbyggnadsmaterial. Luleå tekniska universitet, 2003:46, ISSN:1402-1757, ISRN: LTU-LIC-03/46-SE.
- Svenska Kommunförbundet (2003):** Grus under maskineriet. Svenska kommunförbundet, Stockholm - Hammarby, ISBN 91-7289-190-4.
- SWECO (2004):** En miljömässig utvärdering av provsträckor med alternativa material på Björnsbyvägen, Väg 597/597.01, Uppdragsnummer 1673032000.
- Sörngård, P. (2005):** Personlig kommunikation. Naturvårdverket.
- Vattenportalen (2006):** Ordlistan. [www.vattenportalen.se/ovp\\_ordlista\\_b.htm](http://www.vattenportalen.se/ovp_ordlista_b.htm)
- Vägverket (1998):** Förorening av vattentäkt vid vägtrafikolycka. Publ. 98:064. Vägverket, Borlänge. ISSN 1401-9612.
- Vägverket (2000):** Användning av restprodukter i vägbyggnad. Publ. 1999:161. Vägverket, Borlänge.
- Vägverket (2001):** Miljökrav under byggtiden,Handledning för utformning av miljökrav i förfrågningsunderlag för byggtreprenader (bygghandling och AF). Publ. 2001:15. ISSN 1401-9612. Vägverket, Borlänge.
- Vägverket (2001b):** Provningsmetoder för alternativa material till vägunderbyggnad. Publ. 2001:34. Vägverket, Borlänge.

**Vägverket (2002):** Handbok Miljökonsekvensbeskrivning inom vägsektorn, Sammanfattande del, del 1 Regler och bestämmelser, del 2 Metodik, del 3 Analys och bedömning, Publ 2002:40, 41, 42, 43, Vägverket, Borlänge.

[www.vv.se/filer/publikationer/2002\\_40.pdf](http://www.vv.se/filer/publikationer/2002_40.pdf)

[www.vv.se/filer/publikationer/2002\\_41.pdf](http://www.vv.se/filer/publikationer/2002_41.pdf)

[www.vv.se/filer/publikationer/2002\\_42.pdf](http://www.vv.se/filer/publikationer/2002_42.pdf)

[www.vv.se/filer/publikationer/publikation\\_2002\\_43.pdf](http://www.vv.se/filer/publikationer/publikation_2002_43.pdf)

**Vägverket (2004):** Allmän teknisk beskrivning, Krossad betong i vägkonstruktioner. Publ. 2004:11. ISSN 1401-9612. Vägverket, Borlänge.

**Vägverket (2005):** Luftkyld masugnsslagg - hyttsten - i vägkonstruktioner. Publ. 2005:39. ISSN 1401-9612. Vägverket, Borlänge.

**Wik O., Lindeberg J., Nilsson-Påledal S., Arm M. & Lind B. (2003):** Inventering av restprodukter som kan utgöra ersättningsmaterial för naturgrus och bergkross i anläggningsbyggande. SGI Varia 531.

[www.swedgeo.se/templates/SGIPublicationlist\\_970.aspx?epslanguage=SV](http://www.swedgeo.se/templates/SGIPublicationlist_970.aspx?epslanguage=SV)

**Winnerstam B. (2005):** Ämnestransport med grundvatten i hydrogeologiska typmiljöer, Institutionen för geovetenskaper, Uppsala Universitet, UPTEC W 05 012, ISSN 1401-5765.





## Benämningar teknik, miljö och byggprocess

### Benämningar – Teknik

Benämning	Förklaring	Källa
Avvattning	Uppsamling och bortledning av dagvatten	ATB VÄG 2005
Banunderbyggnad	Del av järnvägsanläggning som är belägen mellan överkant underballastyta och undergrund	BVH 585.31
Banöverbyggnad	Del av järnvägsanläggning som är belägen mellan RÖK och överkant ballastyta	BVH 585.31
Beständighet		
Bärighet för vägkonstruktion	Högsta last, enstaka eller ackumulerad, som kan accepteras med hänsyn till uppkomst av sprickor eller deformationer.	ATB VÄG 2005
Bärförmåga	Snarlikt bärighet. Avser förmåga att bära last hos hela konstruktionen men även konstruktionsdel, t ex ett lager i överbyggnaden. Mått i styvhet, stabilitet och deformation. (Materialet i sig kan inte inneha en bärförmåga – men kan vara beständigt)	Hermelin K (2006)
Certifierad produkt	Produkt certifierad av organ som ackrediterats av Styrelsen för teknisk ackreditering, SWEDAC, eller av annat ackrediteringsorgan som kan visa att det uppfyller kraven i SS-EN 45010.	Kap A8.1.1, ATB VÄG 2005
Dagvatten	Tillfälligt förekommande, avrinnande vatten på ytan av mark eller konstruktion, t ex regnvatten, smältvatten, spolvatten, framträngande grundvatten.	ATB VÄG 2005
Dimensioneringsperiod	Den period för vilken konstruktionen förväntas uppfylla ställda krav.	ATB VÄG 2005
Dränvatten	Vatten som passerat marklager och som avleds genom dränering.	ATB VÄG 2005
Ev1, Ev2	Deformationsmoduler erhållna vid första och andra belastningsproven vid statisk plattbelastning, Mäts i MPa enligt VVMB 606	ATB VÄG 2005
Finjord	Jord där den dominerande kornfraktionen är mindre än 0,063 mm, dvs silt och lera.	ATB VÄG 2005
Finkornig jord	Halt av finjord (material mindre än 0,063 mm) i viktprocent av finjord och grovjord (dominerande kornfraktionen är mindre än 63 mm och större än 0,063 mm, dvs sand och grus).	ATB VÄG 2005
Frostisoleringslager	Del av överbyggnad med primärt syfte att hantera tjäle. Benämningen används av Banverket där den utgör ett underballastlager, jämför skyddslager. Se figur 2.2.	
Förbättring	Åtgärd för att förbättra egenskaper hos konstruktioner, anläggningar och anordningar över den nivå som avsetts vid byggande.	ATB VÄG 2005

## Bilaga 1

Benämning	Förklaring	Källa
Markavvattning	"åtgärder som utförs för att avvattna mark, när det inte är fråga om avledande av avloppsvatten eller som utförs för att sänka eller tappa ur ett vattenområde eller för att skydda mot vatten, när syftet med åtgärden är ngt visst ändamål" (MB 11kap 2§)	ATB VÄG 2005
Packningsgrad	Kvot av torrdensitet som uppnås i fält vid packning och maximal torrdensitet som uppnås med standardiserad metod.	ATB VÄG 2005
Stabilisering	Förbättring av ett obundet materials egenskaper, t ex genom inblandning av hydrauliska eller bituminösa bindemedel.	ATB VÄG 2005
Skyddslager	Del av överbyggnad med primärt syfte att hantera tjäle. Benämningen används av Vägverket, jämför frostisoleringslager. Se figur 2.1.	
Styvhetsmodul	Beskriver relationen mellan påfört belastningstryck och den elastiska deformationen, enhet MPa. Vid plattbelastningsförsök bestäms en deformationsmodul (Ev2).	
Terrassyta	Terrassytan bildar gräns mellan över- och underbyggnaden eller mellan över byggnad och undergrund.	BVH 585.31
Underballast	Förstärkningslager av krossmaterial	BVH 585.31
Underbyggnad	Del av markanläggning som ligger mellan terrassytan och undergrund	BVH 585.31 (TNC95)
Undergrund	Del av mark till vilken last överförs från en grundkonstruktionen för en byggnad, bro, en vägkropp eller dylikt, se figur 2.1.	BVH 585.31
Underhåll	Åtgärder för att återföra eller bibehålla egenskaper hos konstruktioner, anläggningar och anordningar till den nivå som avsetts vid byggande eller förbättring.	ATB VÄG 2005
Vattenkvot	Kvoten av det ingående vattnets vikt och den vattenfria massans vikt i en viss materialmängd	ATB VÄG 2005
Väggkonstruktion	Väggkropp med undergrund, diken, avvattningsanordningar, slänter och andra väganordningar	ATB VÄG 2005
Väggkropp	Väggunderbyggnad och väggöverbyggnad.	ATB VÄG 2005
Överbyggnad	Del av markanläggning som påförs/ligger ovanför terrassen	ATB VÄG 2005, BVH 585.31 (TNC95)

## Benämningar – Miljö

Benämning	Förklaring	Källa
<b>Avvägning</b>	Kan t ex avse avvägning mot hänsynsreglerna 2 kap miljöbalken och innebär där en avvägning av olika aspekter som tekniska, miljömässiga och ekonomiska, se vidare "Samlad bedömning"	
<b>Bakgrundshalt</b>	Naturlig halt av ämne + antropogent diffust tillskott utan punktkällor.	Naturvårdsverket (1999a)
<b>Belastning</b>	Den samlade tillförseln av föroreningar eller näringsämnen till en miljö, t.ex. försurande nedfall, gödande ämnen eller miljögifter, kallas miljöbelastning eller föroreningsbelastning. Belastningen är det tryck som en miljö utsätts för genom tillförseln av ämnen från mänskliga verksamheter. Vid hög föroreningsbelastning är miljön utsatt för stor tillförsel av ämnen som antingen skadligt förändrar egenskaper och funktioner i den aktuella miljön (t.ex. genom försurning eller eutrofiering) eller som bidrar till att halterna av miljögifter kraftigt ökar.	Vattenportalen (2006)
<b>Ekosystem</b>	Växt- och djursamhälle med tillhörande miljö, uppfattat som en funktionell enhet.	Naturvårdsverket (1999a)
<b>Emission</b>	Utsläpp av ämnen eller energi till omgivningen. Här avses t ex emissioner av ämnen genom lakning (med vatten), transport av material (t ex grumling) eller partiklar (damning) och strålning.	
<b>Förorening</b>	Beteckning för såväl verksamheten att förorena som själva det ämne som förorenar (en förorening). Enligt definitionen i Vattendirektivet (Artikel 2) är förorening "direkt eller indirekt tillförsel genom mänsklig verksamhet av ämnen eller värme till luft, vatten eller mark, som kan skada människors hälsa eller kvaliteten på akvatiska ekosystem eller på terrestra ekosystem som är direkt beroende av akvatiska ekosystem, som medför skada på materiell egendom eller försämrar eller hindrar möjligheterna att utnyttja de fördelar naturen erbjuder eller annan legitim användning av miljön.	Vattendirektivet (Artikel 2)
<b>Föroreningsrisk</b>	Risken för förorening. Här avses primärt risken baserat på en platsspecifik miljöbedömning av emissioner från en väg- eller bankonstruktion.	
<b>Förorenat område</b>	Ett område deponi, mark, grundvatten eller sediment som är förorenat vars halter påtagligt överskrider lokal eller regional bakgrundshalt.  <i>Begreppet används för att identifiera och klassificera ett förorenat område. Fördjupade riskbedömningar och riskvärderingar får utvisa huruvida föroreningen innebär en oacceptabel risk och erfordrar efterbehandlingsåtgärder den aktuella platsen.</i>	Naturvårdsverket (1999a)
<b>Gränsvärde</b>	Värde som anger högsta tillåtna gränsen för besvärande eller skadlig kemisk eller fysikalisk påverkan	NE
<b>Känslighet</b>	Används vid riskbedömning för att beskriva känslighet hos exponerade människor.	Naturvårdsverket (1999a)

## Bilaga 1

Benämning	Förklaring	Källa
L/S kvot	L/S kvoten är förhållandet mellan den mängd lakvatten (L) som varit i kontakt med en viss mängd material (S).	Naturvårdsverket (2002)
Lakningspotential	Se laktester.	
Laktester	Laborativ metod att bedöma lakning av ämnen och dess tidsberoende. Exempel på metoder är skak-, kolonnförsök och diffusionstest, tillgänglighetstest.	Efter Naturvårdsverket (2002)
LCA, Livscykelanalys	En process för att summera resurs- och miljökonsekvenser av samtliga aktiviteter från vaggan till graven som behövs för att en produkt eller en tjänst skall uppfylla sin funktion.	ISO 14040 (1997)
Markanvändning	Det ändamål för vilket ett mark- eller vattenområde utnyttjas eller kommer att utnyttjas.	Naturvårdsverket (1999a)
Miljöaspekt	En aktivitet/verksamhet, produkt eller tjänst som kan inverka på miljön.  <i>Här är fokus på aspekter relaterade till emissioner från användning av material.</i>	ISO 14015:2001
Miljöbedömning	En bedömning av en eller flera miljöaspekter i ett givet sammanhang.	
Miljöeffekt	Förändrar miljökvalitet i olika avseenden, orsakad av t ex väg- eller trafikprojekt. Miljöeffekt uttrycks neutralt.	Vägverket (2002)
Miljökonsekvens	Följden av vissa miljöeffekter för något intresse. Miljökonsekvens uttrycks som en värderande bedömning	Vägverket (2002)
Miljökonsekvensbeskrivning, MKB	Ett dokument särskilt avsett att utgöra ett beslutsunderlag och vars innehåll är grundat på en process där verksamhetsutövaren inhämtar, utvecklar och förmedlar och tillvaratar kunskap om hur verksamheten eller åtgärden inverkar på människors hälsa och miljön i den mening begreppet används i 1 kap 1§ miljöbalken.	Vägverket (2002)
Miljöpåverkan	Varje förändring i miljön som helt eller delvis är resultatet av en miljöaspekt	ISO 14001
Miljösystemanalys, MSA	MSA är en metod för att beskriva miljöpåverkan från ett system i ett helhetsperspektiv innehållande alla delsystem och interaktionen mellan systemen	Olsson (2005)
Miljöriskområde	Ett allvarligt förorenat område för vilket länsstyrelsen enligt 10 kap miljöbalken beslutat om markanvändningsrestriktioner.	Naturvårdsverket (1999a)
Naturlig halt	Den halt av ämne som skulle föreligga utan antropogen påverkan.	Naturvårdsverket (1999a)
Platsspecifik miljöbedömning av föroreningsrisk, PMF	Bedömning av miljöaspekt, i detta fall emissioner till mark, vatten och luft, begränsad till en plats där materialet används i en väg- eller bankonstruktion, se också riskbedömning.	
Punktkälla	Den halt av förorening över vilken risk för oönskade effekter på människor eller miljö kan föreligga.	Naturvårdsverket (1999a)
Recipient	Miljö som tar emot förorening.	Naturvårdsverket (1999a)
Riktvärde	Den halt av förorening över vilken risk för oönskade effekter på människor eller miljö kan föreligga.	Naturvårdsverket (1999a)

Benämning	Förklaring	Källa
<b>Risk</b>	En kombination av en slumpmässig händelse med negativa konsekvenser för människors liv, hälsa eller miljö och sannolikheten för denna händelse. Måttet på risk kan presenteras som en produkt av värdet på sannolikheten och värdet på konsekvensen.	Sjöberg et al (2003)
<b>Riskbedömning</b>	Riskbedömning utgör en del av riskhanteringsprocessen och utgör ett delunderlag i den efterföljande riskvärderingen.	Naturvårdsverket (2006)
<b>Riskvärdering</b>	I riskvärderingen görs en sammanvägd bedömning av åtgärdsalternativen med hänsyn till miljöaspekter, teknik och ekonomi.	Efter Naturvårdsverket (2005b)
<b>Samlad bedömning</b>	En viktning (inbördes värdering av faktorer) där MKB tillsammans med annat beslutsunderlag ska möjliggöra för beslutsmyndigheten att samlat bedöma projektet/planens verkningar, inte fråga för fråga eller konsekvens för konsekvens utan med en helhetsbild av projektets/planens verkningar	Vägverket (2002)
<b>Scenario</b>	Beskrivning av olika normala eller exceptionella förutsättningar, scenarier, relevanta för material i väg- eller bankonstruktioner för att bestämma lakningsegenskaper under en given tidsram.	Efter SS-EN 12920-2006
<b>Skyddsobjekt</b>	Ett skyddsobjekt är det objekt i ett system som ska skyddas mot en negativ händelse. Ett skyddsobjekt kan vara människan, ett ekosystem, en specifik art, mark, grundvatten mm.	
<b>Skyddsvärde</b>	Används vid riskbedömning för att beskriva skyddsvärde hos exponerad miljö.	Naturvårdsverket (1999a)
<b>Teknosfär</b>	Teknosfären består av alla saker som människan har skapat och betoningen ligger främst på material och energiflöden.	Somani (1992)
<b>Totalhalt</b>	Beskriver ett materials kemiska sammansättning och baseras på laborativa analyser t ex genom syraupplösning, smältning m m.	Efter Naturvårdsverket (2002)
<b>TS</b>	Mängd torrsubstans i ett prov. Uttrycks ofta i % av det totala provets massa.	



## Bilaga 1

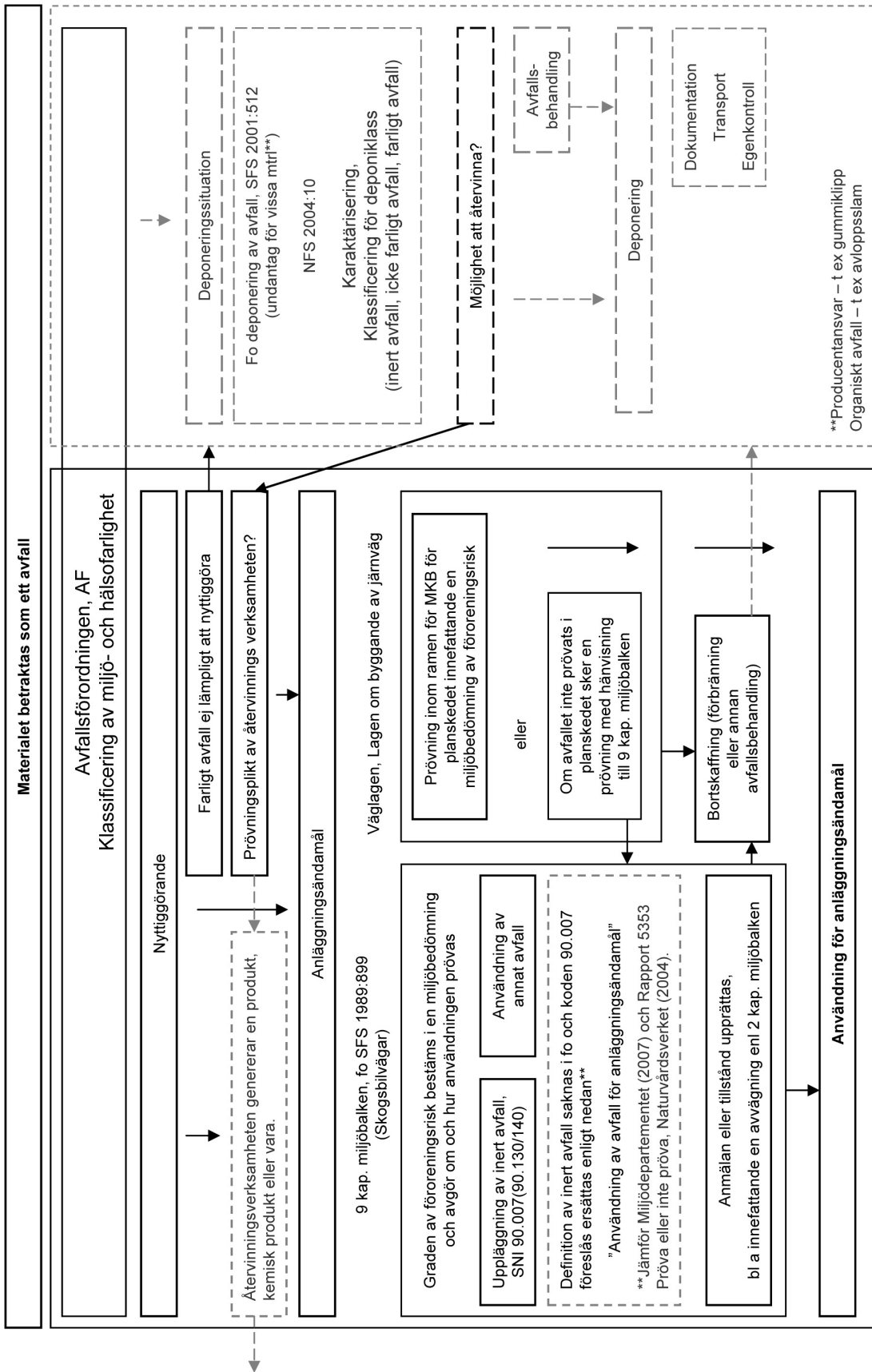
### Benämningar – Byggprocess

Definitioner av benämningar relaterade till byggprocessen. Baseras huvudsakligen på "Rådet för byggkvalitet, BQR" som bildades 2001 på regeringens uppdrag.

Benämning	Förklaring	Källa
Entreprenad	Åtagande att enligt avtal med beställare utföra visst arbete.	BQR (2001)
Utförandeentreprenad	Entreprenadform där beställaren svarar för projekteringen och entreprenören svarar för utförandet.	BQR (2001)
Generalentreprenad	Utförandeentreprenad där en enda entreprenör står i direkt avtalsförhållande till beställaren.	BQR (2001)
Funktionsentreprenad	Entreprenadform där beställaren utformar funktionskraven och entreprenören svarar för projekteringen, utförande samt underhåll under viss tid. I funktionsentreprenaden ingår även underhållstiden i entreprenaden. Slutbesiktning och garantibesiktning ersätts då av övertagandebesiktning och avlämnandebesiktning.	BQR (2001)
Totalentreprenad	Entreprenadform där en enda entreprenör svarar för såväl projektering som utförande.	BQR (2001)
Ansvarstid	Entreprenörens ansvar efter garantitidens utgång – totalt 10 år enligt AB92.	BQR (2001)
Garantitid	Fastställd tid under vilken entreprenören har garantiansvar.	BQR (2001)
Funktionskrav	Verifierbart krav på en egenskap hos byggnad, anläggning, del därav eller produkt vid bestämd användning.	BQR (2001)

Översikt detaljlagstiftning

Avfall för anläggningsändamål eller deponering





## Exempel på anmälan om användande av material i en väg-/bankonstruktion

Här ges ett exempel på ett upplägg och innehåll i en anmälan enligt 9 kap miljöbalken. I det enskilda fallet rekommenderas att kontakt tas med den lokala miljömyndigheten för samråd om utformning och innehåll.

Anmälan rekommenderas göras även i situationen att föroreningsrisken bedömts som mindre än ringa då det aktuella materialet betraktas som ett avfall.

### Administrativa uppgifter

#### Vad avser anmälan?

Anmälan enligt förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd och tillhörande bilaga med hänvisning till SNI-kod 90.007-C, SFS 1998:899. Uppläggning av material för anläggningsändamål med mindre än ringa / ringa föroreningsrisk.

#### Information om verksamhetsutövaren

Här anges också uppgifter avseende den, verksamhetsutövaren, som lämnar anmälan. Informationen avser bl a kontaktuppgifter, dennes organisationsnummer och i förekommande fall fastighetsbeteckning där materialet ska användas.

#### Beskrivning av verksamheten ( § 25, SFS 1998:899)

Här beskrivs verksamheten som underlag för tillståndsmyndighetens bedömning. Beskrivningen görs kort och koncis och vid behov hänvisas till kompletterande underlag i t ex bilagor.

#### Beskrivning av miljöeffekter

#### Här sammanfattas utförda miljöbedömningar, exempel på sammanfattning skulle kunna vara:

En MKB innefattande platsspecifik bedömning av föroreningsrisk har utförts. Den platsspecifika bedömningen visar att föroreningsrisken är ringa/mindre än ringa i det aktuella fallet, se underlag i bilaga/referenser. Vid användning av materialet beaktas följande: Upplag skyddas mot nederbörd, vid hantering används skyddshandskar, materialet bevattnas i syfte att reducera damning vid utförande, kontroll utförs avseende grundvatten i grundvattenrör enligt separat kontrollprogram (bifogas).

#### Användning av materialet i förhållande till de sk hänsynsreglerna i 2 Kap Miljöbalken

##### • Kunskapskrav (§ 2)

*Här beskrivs hur kunskapskravet har beaktats, exempelvis:*

Platsen och materialet är välundersökt. Den aktuella applikationen är en vedertagen konstruktion. Det finns erforderlig erfarenhet av användning av materialet.

##### • Försiktighetsmått (§ 3)

*Exempelvis;* Materialet ersätter ett farligare placeras ovan grundvattenytan med god marginal. Utförande sker enligt handbok för det aktuella materialet. Dokumentering sker i relationshandlingar hos...

##### • Produktvalsprincipen (§ 4)

*Exempelvis;* Produktvalsprincipen har tillämpats. En jämförelse har gjorts med andra alternativ (t ex traditionellt material) och det aktuella materialet. Exempelvis miljömässiga egenskaper som lakning, resursaspekter, arbetsmiljö m fl har ingått i jämförelsen, se bifogad dokumentation. Det aktuella materialet och den valda applikationen rekommenderas därvid.

##### • Hushållning (§ 5)

*Exempelvis;* Återanvändning av materialet innebär att råvaror och energi sparas samt att de goda tekniska egenskaperna hos materialet kommer till användning, ev hänvisning till utförd miljösystemanalys och/eller MKB. Vid situationen att materialet är ett avfall kan t ex Naturvårdsverkets avsiktsförklaring tillämpas där det anges att resursaspekter bör överväga om föroreningsrisken bedöms som ringa.

När konstruktionen tjänat ut kan materialet återvinnas/återbrukas....

##### • Val av plats (§ 6)

*Lokaliseringen är viktig för att reducera risken för föroreningsspridning, exempelvis:* Lokalisering har ingått i bedömningen av miljöeffekter. Materialet används inte i ett område med stort eller mycket stort skyddsvärde och känslighet.

## Bilaga 3

- **Rimlighetsavvägning (§ 7)**

*Hänsynsreglerna skall tillämpas efter en avvägning mellan nyttan av skyddsåtgärder, andra försiktighetsmått och kostnader. Denna bedömning görs normalt av miljömyndigheten. I förekommande fall kan dock sökanden underlätta denna genom redogöra för dennes bedömning, exempelvis; Kraven på hänsyn enligt 2 till 6§ för den aktuella användningen av materialet har ställts i relation till föroreningsrisk och nödvändiga försiktighetsmått betraktas som uppfyllda.*

### **Exempel på bilagor**

- Handlingar som beskriver verksamheten, t ex utredningar, plan-, sektions- och profilritningar
- Miljöbedömning, t ex MKB och/eller bedömning av föreningsrisk
- Program för kontroll- och uppföljning
- Annan dokumentation

Referenser (inte bilagda):

- Handbok för det aktuella materialet
- Denna Vägledning för alternativa material
- Annan dokumentation



## Platsspecifik bedömning av föroreningsrisk, Steg 2 – Applikation, material och omgivning

Miljöbedömningen av föroreningsrisk är material-/platsspecifik och genomförs i tre steg:

Steg 1- Filter

Steg 2- Applikation, material och omgivning

Steg 3- Klassificering och riskhantering

I det första steget (steg 1) har en utsortering av material primärt skett med bakgrund av dess innehåll av oönskade ämnen (särskilt farliga ämnen och riskminskningsämnen). Bedömning av föroreningsrisk i steg 2 är platsspecifik till karaktären och avser emissioner och ansluter till SS-EN 12920:2006 och Svedberg (2003). I denna bilaga redogörs kortfattat för bedömning i steg 2 som innefattar följande delar:

- Problembeskrivning
  - Scenario
- Sekventiell riskbedömning
  - Material, applikation och omgivning

Resultatet av en bedömning enligt steg 2 är en analys och bild av potentiella emissioner i det aktuella fallet. Steg 3 avser klassificering och görs mot kriterier enligt Kapitel 7.1.3.

### 1. Problembeskrivning

För det aktuella fallet görs det inledningsvis problembeskrivning, där syftet och målet med riskbedömningen klargörs. Därefter sker en övergripande beskrivning av scenariot, d v s en beskrivning av aktuell applikation, ingående material och aktuell omgivning. I problembeskrivningen görs en identifiering av förutsättningar som kan påverka emissioner från applikationen och dess material, varpå transportbild och exponeringssituationer beskrivs. Vanligen så kommer problembeskrivningen att behöva detaljeras map på de kritiska emissioner som eventuellt identifieras.

#### 1.1 Scenario

Beskrivning av scenario ska omfatta normala och exceptionella situationer som kan påverka bedömningen. Beskrivning av scenario görs i tre delar avseende applikation, omgivning och i konstruktionen ingående material. Beskrivningens omfattning görs inledningsvis övergripande för att vid

behov detaljeras.

#### 1.1.1 Applikation

Här beskrivs konstruktionens användning, utformning och lokalisering och aktuellt verksamhetsområde. Detta underlag inhämtas t ex genom sammanställning från befintligt projekteringsunderlag.

#### Användning

Här anges typen av anläggning, väg, järnväg eller skogsbilväg. Hur den ska användas t ex med avseende på trafikering och en viss avsedd teknisk livslängd.

#### Utformning och lokalisering

Här ingår att inhämta information om avvattning, ytskikt och om konstruktionens utformning och ingående material samt dess lokalisering. Underlag finns normalt att hämta i t ex ritningar, andra projekteringshandlingar och anslutande tekniska beskrivningar som ATB VÄG 2005, Banverkets handböcker, Skogsstyrelsen (odat, 1999) m m.

#### Influensområde

Med influensområde avses här det område som bedöms kunna påverkas av emissioner. Vanligen utgör transport av ämnen i löst fas ett betydande transportsätt varför en hydrogeologisk bild kan användas som en bild av influensområdet. Inom detta influensområdet kommer sedan olika kritiska punkter att betraktas av den som utför bedömningen. Det är också viktigt att klargöra det sk verksamhetsområdet med vilket avses väg- eller banhållarens fastighet förknippad med användningen då detta gränssnitt utgör en viktig betraktelsepunkt. I vägsammanhang är det t ex ofta ett givet utrymme mellan yttre dikeskant på respektive sida av vägen, d v s det så kallade vägområdet.

#### Efter driftskedet, kvarlämning

En bedömning ska också utföras av hur konstruktionen och ingående material påverkar omgivningen i det fall konstruktionen avvecklas men materialet kvarlämnas. Detta innebär i praktiken att steget karaktärisering genomförs återigen. Det innebär ofta att andelen vatten som förväntas perkolera kommer att bli större samtidigt som en bedömning av kvarstående lakningspotential ska utföras.

## Bilaga 4

### 1.1.2 Omgivning

Beskrivning av omgivningen görs för att beskriva förutsättningarna för transport av ämnen från konstruktionen vidare i omgivningen. Information rörande omgivningen är platsspecifik till sin karaktär och baseras på projekteringsunderlag och eventuella kompletterande fältstudier.

#### Geologi och hydrogeologi

Innefattar bl a beskrivning av jordlagerföljd, genomsläpplighet, organiskt innehåll och yt- och grundvattennivåer i området samt nederbörd och topografi. Med detta underlag kan avrinningsområden identifieras och användas för att ge en samlad bild av hur vatten rör sig på platsen. Stöd för bedömningar finns i bl a Knutsson et al (2002), Vägverket (1998), Winnerstam (2005).

#### Mark- och vattenkemi

Bakgrundsvärden som kan representera skyddsobjekt t ex avseende mark, yt- och grundvatten, bestäms genom inhämtning av information från t ex Naturvårdsverkets rapportserie ”Bedömningsgrunder för miljökvalitet”, Naturvårdsverket (1999a-c) eller analyser av mark, yt- och grundvatten som finns hos aktuell länsstyrelse eller vattenmyndighet. Detta underlag verifieras lämpligen genom provtagning i fält som ibland kan behöva kompletteras med avseende på vissa ämnen i senare skeden av bedömningen.

Provtagning bör ske före anläggningsarbeten påbörjas. Det är viktigt att använda metoder som är jämförbara mellan analyser på laboratorium och fält. För mätning av bakgrundshalter i grundvatten, ytvatten, sediment och jord, se t ex Naturvårdsverket (1999b, c).

#### Markanvändning, Känslighet och skyddsvärde

Bedömning av känslighet och skyddsvärde görs med stöd av Bedömningsgrunder för miljökvalitet Förorenade Områden, Naturvårdsverket (1999a), som underlag för klassificering och riskhantering i steg 3. Information kan ingå i en MKB i annat fall kan information rörande dagens markanvändning, beslutad i detaljplan eller angiven i översiktsplan inhämtas för bedömning av känslighet. Inhämtning av information för bedömning av omgivningens skyddsvärde, kan t ex hämtas i MKB eller från miljömyndigheter och kan finnas i naturvårdsplaner eller olika typer av naturinventeringar.

Denna information används även för att identifiera eventuella kritiska transportvägar för emissioner. Förekommer det t ex skyddsvärda organismer i ett näraliggande vattendrag så bör exponeringssituationer som kan påverka dessa särskilt uppmärksammas.

#### Yttre faktorer

Situationer som kan göra att förutsättningarna för bedömning av transportbilden kan förändras ska identifieras. I detta ingår att ta hänsyn till situationer med översvämning, försurning, olyckor med t ex farligt gods, ras och skred samt situationer relaterade till drift och underhåll av konstruktionen.

### 1.1.3 Materialets miljögeotekniska egenskaper

Information om geotekniska och miljötekniska egenskaper kan inhämtas från materialproducenter, säkerhetsdatablad och eventuell avfallskaraktärisering som ger information om materialets totalinnehåll och lakbarhet av organiska och oorganiska ämnen. Det är centralt att göra en avvägning, så att de egenskaper som redovisas har bestämts genom att nyttja metoder som kan relateras till den aktuella applikationen och de förutsättningar som råder i omgivningen där materialet ska nyttiggöras. Den aktuella situationen får avgöra behov av eventuell komplettering. Erfarenheter från utförda pilotförsök kan underlätta denna bedömning.

#### Karaktärisering av materialets geotekniska egenskaper

Geotekniska egenskaper som är viktiga att bestämma är bl a kornstorleksfördelning, organiskt innehåll, permeabilitet och hållfasthet, deformation och beständighet. Information om materialets geotekniska egenskaper bör finnas hos materialproducenter. I förekommande fall får kompletterande undersökningar utföras. Som stöd för bedömning av geotekniska egenskaper hänvisas bland annat till SGF (1982), SGI Information 3 och 8 och Handboken Bygg (1984).

#### Karaktärisering av materialets miljötekniska egenskaper

Transportvägarna som är viktig vid en miljöteknisk bedömning är vatten, luft och strålning. Information som bör finnas är beskrivning på materialets eventuella damnings- och strålningsegenskaper. Transporten genom vatten sker i löst och partikulärbunden fas. Vidare bör informationen

beskriva silt- och lerinnehåll hos ett material (geoteknisk karaktärisering). Hög finhalt i ett material indikerar risk för uppslamning och partikeltransport.

Ämnens egenskaper i löst fas styrs bl a av lakningsförhållanden som kan råda under normala eller exceptionella förhållanden under och efter driftfasen i en konstruktion. Exempelvis hur förändras materialets lakbarhet och pH vid ökande L/S-kvot och eller vid varierande redoxförhållanden osv. I Tabell 1 ges exempel på metoder som kan nyttjas för att bestämma miljötekniska egenskaper baserat på lakningsegenskaper i laboratorium. Mer om lakningstester finns bl a i Naturvårdsverket (2002) och i Banverket (2003b).

Naturfrämmande organiska föreningar kan förekomma som tillsatsmedel eller som förorening i ett material. Underlagsdata och bakgrundsinformation är därmed viktiga för att fånga upp ämnen eller ämnesgrupper som kan förekomma i materialet. Exempelvis analys av PCB vid användning av krossad betong, eftersom materialet kan förknippas med innehåll av PCB. Organisationer som utför analyser eller andra sakkunniga kan bistå med förslag på metoder för bestämning av totalinnehåll för organiska föroreningar. Vägledning för val av lakningsmetoder av organiska ämnen finns bl a

i Breedveld et. al (2004) och i NV rapport 5207 (2002).

## 2. Sekventiell riskbedömning

Efter problembeskrivningen kan själva riskbedömningen som sådan genomföras. Syftet med bedömningen är att ta fram underlag för en klassificering. Underlaget ska beskriva emissionernas storleksordning, givet en påverkan under normala och exceptionella förhållanden, som kan relateras till tiden under och efter användning. Principen för bedömningen är att vid varje sekvens identifieras kritiska emissioner och tillhörande skyddsobjekt, sekvenserna är:

- 2.1 Bedömning av material
- 2.2 Bedömning av material i applikation
- 2.3 Bedömning av scenario

Efter varje sekvens görs det en jämförelse med lämpligt kriterium (bakgrunds-, referens eller riktvärde) och en bedömning görs om bidraget från materialet (avsnitt 2.1) vidare till applikationen som sådan (avsnitt 2.2) och till omgivningen (scenariot avsnitt 2.3) bedöms vara stort eller smått. Är alla bidrag likvärdigt med eller mindre än uppställda kriterier i en sekvens betraktas underlaget vara tillräckligt för en slutlig klassificering (Kapitel 3).

Tabell 1. Exempel på metoder för miljötekniska egenskaper.

Miljötekniska egenskaper	Exempel på testmetoder
Innehåll/sammansättning	Jordar, syraupplösning enligt SS 028311 och analys med ICP-AES eller ICP-MS Askor provbehandling enligt ASTM D3683 och analys med ICP-AES eller ICP-MS Slam och sediment SS028150, 028183 och analys med ICP-AES eller ICP-MS
Tillgänglighet av ämnen	Lakförsök NT ENVIR 003 och 006
Lakningspotential*	Skaktest tvåstegslakning, prEN 12457-3 Perkolationstest, prEN 14405 Utlakning vid inverkan av pH Diffusionstest, NEN 7345 ABA-test (syra/bas-titrering)
pH	SS 028122-2

\* Beroende på materialets fysikaliska och kemiska sammansättning kan en eller flera testmetoder användas för att beskriva lakningsegenskaperna hos ett material. Följande bör beaktas vid laktest:

- Vid perkolations- och skaktest utförs lakning på material med en viss kornstorleksammansättning, vilket medför att material med större kornstorlek krossas innan lakning vilket påverkar egenskaperna.
- För material som påverkas av pH kan pH-styrd utlakning utföras
- Diffusionstest är lämpligt för monolitiskt material och användning där utlakningen bedöms vara styrd av diffusion.

## Bilaga 4

Betraktelsepunkter ska väljas i syfte att följa potentiella transportvägar för ämnen. Som betraktelsepunkter används t ex gränsskikt mellan:

- material och applikation
- applikationens yttre rand, t ex verksamhetsområdets yttre rand
- punkter i influensområdets yttre rand.

### 2.1 Bedömning av material

Vilka emissioner kan uppstå från det aktuella materialet?

I en sammanställning (Kapitel 1.2.3) av materialets geotekniska och miljötekniska egenskaper beskrivs bland annat materialets kornstorleksfördelning, permeabilitet, packningsegenskaper och totalhalt, sammansättning samt ofta lakningspotential. Denna sammanställning används som underlag tillsammans med den övergripande bild som problembeskrivningen, Kapitel 1, gett. Syftet med bedömningar i detta steg är att identifiera kritiska emissioner det vill säga ämnen som kan leda till en exponering på omgivningen. Spridning kan ske i löst, fast och gasfas samt genom strålning. Via gasfas (luft) kan t ex spridning ske genom flyktiga ämnen eller genom att ämnen omvandlas i kontakt med andra substanser. Mer om spridningsmekanismer som sorption, diffusion, pH-redox och andra mekanismer finns att läsa i bl a Mácsik et al (1998), Espeby et al (2001), Appelo et al (2005) och, Krauskopf (1985), samt Sposito (1989), Sparks (2003).

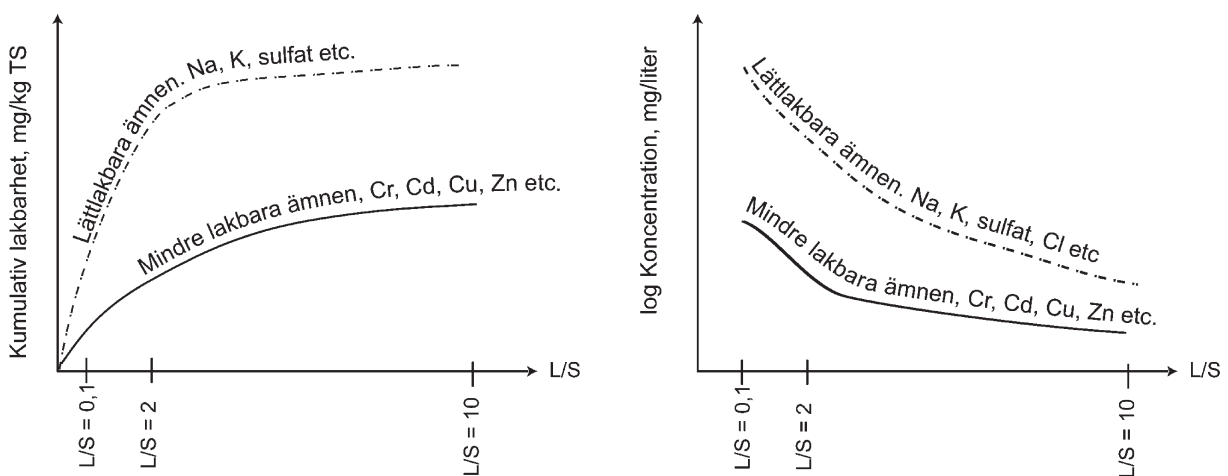
Förhöjda halter av ämnen, i relation till kriterier,

används då för att bedöma vidare behov av undersökningar. Vad gäller exempelvis strålning finns det kriterier i form av riktvärden sammanställda av SSI. Till skydd för människors hälsa med avseende på damning finns det kriterier beskrivet i förordning (SFS 2001:527) om miljökvalitetsnormer för utomhusluft. För vatten kan bakgrundsvärden och kriterier för dricksvatten nyttjas. Referensvärden för material med samma funktion i aktuell applikation eller bakgrundsvärden i mark kan också användas för att identifiera eventuella kritiska ämnen eller substanser.

Det kanske vanligaste transportsättet för ämnen är i löst fas med genomströmmande vatten. Därför är det stor fokus på lakningsegenskaperna hos material. Det finns ett stort antal standardiserade laktester som är anpassade för olika miljöer och situationer t ex tillgänglighetstest, pH stätttest, kolonnförsök, skakförsök etc. Syftet med lakningstester är att ge information om lakbarheten av kritiska ämnen och hur den kan förändras genom ändrade förhållanden, som sker:

- över tiden, dvs med stigande L/S-kvot
- vid ändrade pH/redox förhållanden
- vid ändrade förhållanden från vattenmättad till omättad zon eller vice versa

Vanligt är att utlakningen ger de högsta koncentrationerna i början och minskar med stigande L/S-kvot, se Figur 1. Förändringar i pH och redoxpotential kan förändra lakningsmekanismen.



Figur 1. Schematisk bild på kumulativ utlakning och koncentration i lakvatten av ett ämne vid olika L/S-kvot från perkolationstest.

Lakning är normalt konservativ givet att materialet är placerat över grundvattennivån (omättad zon).

I denna del av den sekventiella bedömningen sker en första kontroll, där lakvattnets koncentrationer vid L/S 0,1 - 10 jämförs med bakgrunds nivåer hos yt- och grundvatten för att identifiera vilka ämnen som är kritiska, se Figur 1. I de fall där koncentrationer bedöms som höga kan bedömningen fortsätta för dessa kritiska ämnen.

### 2.1.1 Principexempel – materialbedömning

#### Allmänt

Material A och B undersöktes med avseende på damning, strålning och innehåll av organiska ämnen. Båda materialen har låg 137Cs halt, dvs halten är << SSI rekommenderade dosraten i väg- eller fyllnadsmaterial. I applikationen används materialen med vattenkvotsvärden som eliminerar risken för damning. Materialen klarar miljö kvalitetsnormen för partiklar PM10., dvs 50 mikrogram per kubikmeter luft som mest, förordningen (2001:527). PM10 är partiklar < 10 mikrometer. Materialen innehåller dessutom inga detekterbara halter av naturfrämmande organiska ämnen vilket också är förväntat med avseende på materialens ursprung och tillverkning.

#### Bedömning transport i löst fas (lakning)

Halter i lakvatten och fast material jämförs med bakgrundshalter.

Material A – packning vid optimal vattenkvot ger låg permeabilitet. Materialets (det stabiliserade vägmaterialets) torrdensitet vid 90 % packningsgrad är ca 1,9 ton/m<sup>3</sup>. Det stabiliserade vägmaterialets permeabilitet ligger på ca  $2 \times 10^{-9}$  m/s vid optimal densitet. Totalhaltsanalys visar att materialet innehåller marginellt förhöjda halter av Cd och Ni, samt förhöjda halter av Zn, K, Na, Cl-, och sulfat. Materialet uppvisar vid lakning enligt EN 12 457-3 ett högt pH, > 10. Lakbarheten av Ca, K, Na och S är förhöjda. Metallerna Cr, Cu Pb och Zn har förhöjda halter i lakvattnet. Undersökningen visar att lakbarheten av relevanta ämnen inte påverkas av de pH-värden som kan föreligga hos materialet i konstruktionen under dess drifttid och vid kvarlämning.

Material B – Materialets optimala torrdensitet är 1,5 ton/m<sup>3</sup>. Materialet består av 30 % grus- 65 %

sand- och ca 5 % siltfraktion. Materialet kan krossas vid belastning, vilket medför att silt- och sandfraktionerna kan öka något. Materialets permeabilitet är ca  $10^{-4} - 10^{-5}$  m/s. Material B innehåller förhöjda halter av Cd, Ni och Zn. Materialet uppvisar vid lakning enligt EN 12 457 -3 ett högt pH, > 10. Lakbarheten av Ca, K, Na och S är förhöjda. Metallerna Al, Cr, Cu, Pb och Zn har förhöjda halter i lakvattnet. Undersökningen visar att lakbarheten av relevanta ämnen påverkas inte under de pH-värden som kan föreligga hos materialet i konstruktionen under dess drifttid och eventuell kvarlämning.

### 2.2 Bedömning av materialet i applikation

Vilka är de potentiella ämnen som kan frigöras och hur sker detta givet aktuell applikation?

Här bedöms förutsättningarna för transportsätt i löst fas (vatten), också i förkommande fall fast fas, gasfas och strålning samt eventuella övriga transportsätt i konstruktionen som sådan.

Transport med vatten påverkas kraftigt av om ytan blir hårdgjord (t ex asfalt, betong), eller om materialet i sig är självhårdande (t ex vissa askor eller stabiliserade material). Det bör noteras att infiltration av vatten längs vägkanterna är ett av de viktigaste tillskotten av vatten i många hårdgjorda konstruktioner.

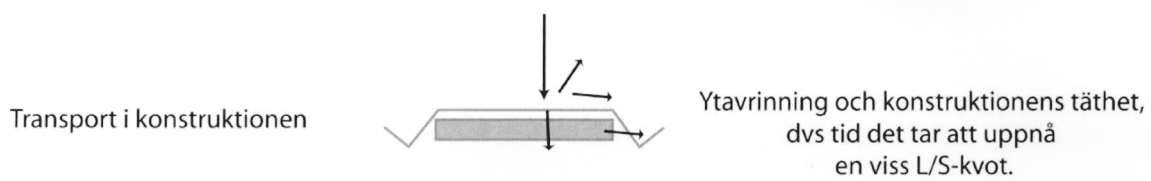
Nederbördsdata kan användas för att uppskatta årsmedelnederbörden på den aktuella platsen. Därefter görs en bedömning av andelen nederbörd som kan förväntas perkolera "täta" ytskikt i en vägkonstruktion, denna andel kan grovt antas vara av storleksordningen 1-10 % av årsnederbörden för en asfaltbelagd väg. En banvall kan konservativt betraktas som helt genomsläpplig. Stöd för bedömningar finns bl a i Banverket (2003b), Flyhammar et al (2004). Uppspruckna ytskikt i en vägkonstruktion t ex på grund av tjäle under anläggningens drift- och underhållsskede kan leda till att större mängder perkolerar lokalt.

#### 2.2.1 Bedömning av laktest med avseende på applikation

Laktest redovisas som halt/koncentration av ett specifikt ämne efter olika L/S-kvoter (kvoten mellan lagningsmediets vikt och det undersökta materialets TS vikt). Lagningsmekanismen för de fles-



## Bilaga 4



Figur 2. Bedömning med avseende på lakningsegenskaper och konstruktionens utformning.

ta ämnen är att utlakningen sker i början av lakningsförloppet och avtar med tiden.

Bedömning avseende transport i konstruktionen, se Figur 2, är överslagsmässig och utförs inledningsvis med det konservativa antagandet att användningens lakningsmiljö överensstämmer med laborieförsökets lakningsmiljö. Observera att det är viktigt att göra en bedömning huruvida lakningen är konservativ eller inte. Med uppskattning av hur lång tid det tar att uppnå olika L/S-kvoten i konstruktionen kan ett medelvärde på koncentrationen tas fram per tidsenhet. Återigen sker en jämförelse mellan bakgrunds nivåer och emissioner. De emissioner som bedöms som höga analyseras vidare i den fortsatta bedömningen.

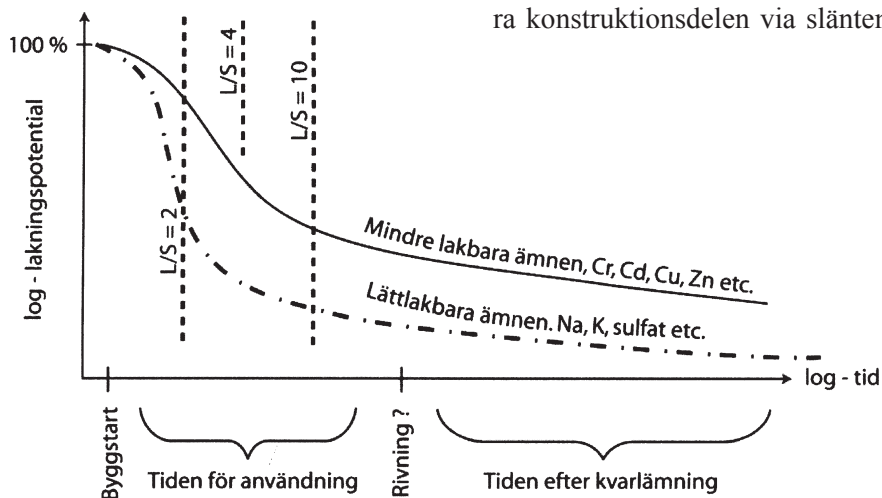
Laboriemiljöns L/S-kvot uppnås snabbt vid laborieförsök, medan i en vägkonstruktion med asfaltbeläggning kan det ta flera år och upp till tider som är längre än tiden för användning. Detta kan exemplifieras genom att anta att årsnederbör-

den är ca 700 mm/år och konstruktionens täthet medför att ca 70 mm kan perkolera materialet. Anta vidare att konstruktionen innehåller 0,3 m skikt av det aktuella materialet som har  $\rho_d$  på 1,7 ton/m<sup>3</sup>. I detta fall tar det ca 30 år att uppnå L/S-kvot = 4, se Figur 3.

Det är viktigt att lakförsök och tillhörande bedömning utförs med hänsyn till materialets och konstruktionens förutsättningar då egenskaperna förändras över tiden. Till exempel för härdande flygaskor reduceras vanligen lakningspotentialen efter härdning (inom de första 30 - 180 dagarna).

### 2.2.2 Principexempel, materialet i applikation

Utgångspunkt: Damning, strålning och innehåll av organiska ämnen utslöts i den tidigare bedömningssekvensen. Båda materialen nyttjas i den omättade zonen. Yt- och grundvatten bedöms inte komma i kontakt med materialen i applikationen. Materialen nyttjas i skydds-/bärlager på en asfalterad väg. Därmed bedöms lakningen begränsas av asfaltytans permeabilitet och den del av nederbördsvattnet som genom ytavrinning kan infiltrera konstruktionsdelen via slänten, där respektive



Figur 3. Schematisk lakningsförlopp i en vägkonstruktion, där lakningspotentialen antas vara störst i början. Observera att skalnan för både tid- och lakningspotential är logaritmisk.

material finns. I båda fallen antas att mängden vatten som infiltrerar konstruktionen är 50 mm/år (50 liter/kvadratmeter och år). Halter i lakvatten och fast material jämförs med bakgrundhalter.

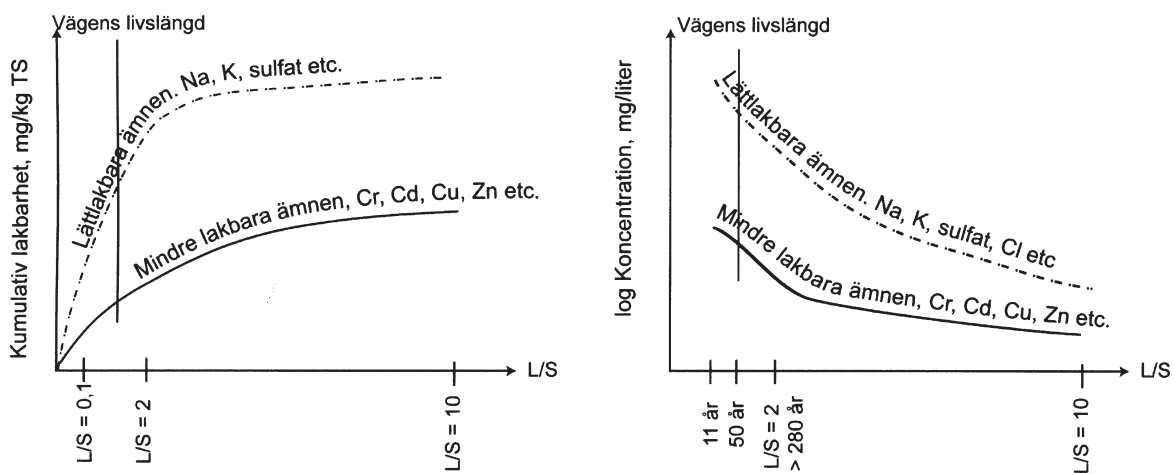
Material A - Materialets täthet,  $2 \times 10^{-9}$  m/s, begränsar infiltrationen till  $< 5$  mm/år. Det mesta av det infiltrerade vattnet, 50 mm/år ytavrinner. Med 5 mm/år och en torrdensitet på 1,9 ton/m<sup>3</sup>, och skiktjocklek på 0,3 m kommer det att ta ca 10 år för att uppnå L/S-kvot 0,1. Om konstruktionens livslängd är 50 år kommer en stor del av lakningspotentialen att finnas kvar i materialet. Lakvattnets halter (från laborieförsök) jämförs med bakgrundhalter. Om fältdata (lakningsdata från fält) finns kan dessa användas. Referenser från fält ger en sammansatt bild av ämnestransport i mark och konstruktion, där utfällning, adsorption etc. inkluderas. Baserat på referenser dras följande slutsats: 0,5 m under materialet i konstruktionen kommer förhöjda halter av Na, K och sulfat att uppmätas och vattnets konduktivitet kommer att vara förhöjd jämfört med referens/bakgrundhalter. Vattnets halter av Cu, Zn och Cr bedöms bli lägre än bakgrundsvärdet för respektive ämne. Bedömningen är att halterna av Na, K, Cl- och sulfat kommer att ligga över bakgrundhalter i grundvattnet i dikesområdet. Halterna av övriga metaller i grundvattnet i dikesområdet bedöms bli oförändrade, dvs. på samma nivå som bakgrundhalter.

Slutsatsen är att enbart lätt lakbara metaller, Na, K och Ca samt sulfat och klorid som kan laka från

materialet. Lakningen begränsas av den långsamma L/S utvecklingen och den höga utspädningen, se Figur 4.

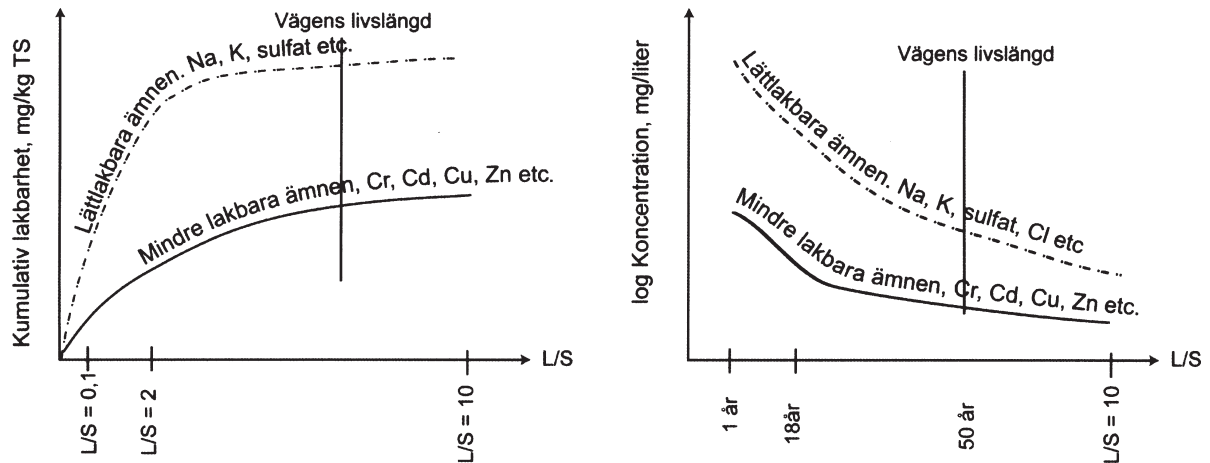
Material B - Materialets täthet är  $10^{-4}$  -  $10^{-5}$  m/s begränsar ej infiltrationen i materialet. Infiltrationen genom och ytavrinningen från asfaltytan är 100 mm/år. Med vattenmängden 50 mm/år, en torrdensitet hos materialet på 1,5 ton/m<sup>3</sup>, och skiktjocklek på 0,3 m kommer det att ta ca 1 år för att uppnå L/S-kvot 0,1. På 50 år uppnås en L/S-kvot på ca 6. Om konstruktionens livslängd är 50 år finns bara en del av lakningspotentialen kvar i materialet. En jämförelse mellan lakvattnets halter jämfört med bakgrundhalter möjliggörs om det finns referenser i form av fullskaleapplikationer med uppföljning. Baserat på erfarenhet från referenssträckor bedöms halten av Na, K och sulfat och vattnets konduktivitet bli förhöjd även i grundvattnet i dikesområdet. Halterna av Cu ökar jämfört med referensmaterial/bakgrundhalt. Halterna av övriga metaller i grundvattnet i dikesområdet bedöms bli oförändrade, dvs. på samma nivå som bakgrundhalter.

Slutsats för material B är att metallerna Na, K och Ca samt sulfat och klorid lakar från materialet. Lakningen begränsas inte på grund av den förhållandevis snabba L/S utvecklingen. L/S utvecklingen medför utlakning av lätt lakbara metaller, Cl- och sulfat se Figur 5.



Figur 4. Bedömning av vägens livslängd vs uppnådd L/S-kvot för material A.

## Bilaga 4



Figur 5. Bedömning av vägens livslängd vs uppnådd L/S-kvot för material A.

### 2.3 Bedömning av scenario

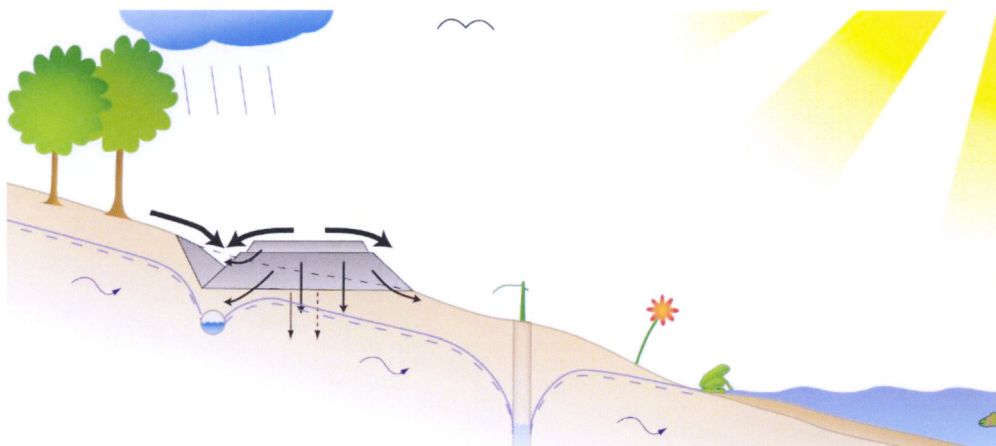
Vilka är de potentiella ämnen som kan frigöras och hur, givet den aktuella omgivningen, dvs i det aktuella scenariot?

Baserat på avvägning av inhämtat underlag rörande konstruktionen och omgivningen beskrivs avslutningsvis en transportbild i omgivningen. Detta görs på kritiska delar av en vägsträcka, t ex där grundvattenytan ligger nära, ytvattenrecipient eller andra skyddsobjekt kan exponeras i större utsträckning än andra delsträckor. För transport av ämnen i löst fas (vatten) blir denna beskrivning normalt relaterad till förutsättningarna för utspädning av emissioner i yt- och grundvatten och fastläggning i jord. Denna bedömning illustreras sche-

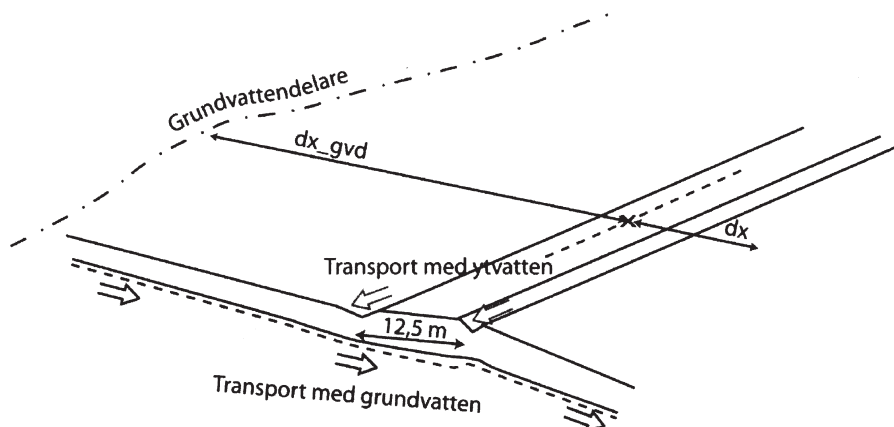
matiskt i Figur 6. Det är också viktigt att beakta riskkällor och situationer där konstruktionen avvecklas och materialet lämnas kvar.

#### Yt- och grundvattenströmning

Här bedöms fördelning av yt- och grundvattenavrinning från konstruktionen som sådan, Figur 7. I genomsläppliga jordar kommer större delen av det perkolerade vattnet att bilda grundvatten, medan i tätare jordar bilda ytvatten. Denna fördelning jämförs sedan med en bedömning av yt- och grundvattenströmning i närområdet och dess orientering i förhållande till anläggningen. I bedömningen av avrinning är det viktigt att beakta anomalier, naturliga (topografi, genomsläppligare jordlager) eller antropogena (diken, trummor m m).



Figur 6. Schematisk transportbild med avseende på yt- och grundvatten.



Figur 7. Skiss av yt- och grundvattenströmning i anslutning till en vägkonstruktion, Bearbetad efter Winnerstam (2005).

### Utspädning och fastläggning

Yt- och grundvattnets sammansättning på ett visst avstånd från vägen bestäms av andelen perkolerat vatten och andelen infiltrerat yt- eller grundvatten. Mängden perkolerat bestäms av flödeslängden under vägen (med en viss given tillförsel av perkolerat vatten per längdenhet) och omgivningen (med en viss given tillförsel av vatten per längdenhet). Utifrån utspädningen och kunskap om lak- respektive yt- och grundvatten kan vattnets kemiska sammansättning bedömas.

I fallet för lätt lakbara ämnen som Na, K, sulfat, klorid etc. är utspädningen den styrande faktorn för resulterande halter. För andra ämnen som exempelvis Cu, Cd, Zn, Pb etc. är både fastläggning (organiskt innehåll, finkornig jord) och utspädning styrande faktorer. Det bör också noteras att lakning ofta styrs av den aktuella pH- och redoxmiljön.

#### 2.3.1 Principexempel, bedömning av scenario

Utgångspunkt: Bedömningen är gjord på material och applikationsnivå. Årsnederbörden är 650 mm/år. Ca 200 mm/år bildar grundvatten. Ytavrinningen från området sker i huvudsak via vägdiken. Per löpmeter väg (8 m<sup>2</sup>) samlas det upp vatten från ca 300 m<sup>2</sup>. Halter i lakvatten och fast material jämförs med bakgrundhalter.

Material A – enbart lätt lakbara metaller som Na, K och Ca samt sulfat och klorid lakar från materialet. Omgivningsförhållandena ger att utspädningen är >1500. För lätt lakbara ämnen som Na, Ca,

K, Cl och sulfat är halterna i lakvattnet (lab) 100 ggr högre än bakgrundsvärdet för respektive ämne. En utspädning på 1 500 ggr ger < 100 ggr högre halt i lakvattnet än i grundvattnet vilket medför < 10 % höjning av grundvattnets koncentration direkt nedströms vägområdet. Detta ger att omgivningen direkt nedströms vägkonstruktionen inte bedöms påverkas nämnvärt tack vare den långsamma utlakningstakten och den stora utspädningseffekten. Kritiska faktorer är konstruktionens täthet, lakvattnets halt och utspädningseffekten som styrs även av konstruktionens riktning i förhållande till grundvattenströmningens riktning. På grund av långsam utlakningstakt bedöms materialets lakningspotential förbli stor under konstruktionens hela livslängd.

Material B – Lätt lakbara ämnen som Na, K, Ca, Cl och sulfat samt Cu kommer att laka från vägkonstruktionen. Omgivningsförhållandena ger att utspädningen är ca 150. För lätt lakbara ämnen som Na, Ca, K, Cl och sulfat ligger halterna i lakvattnet (laboratieförsök) mellan 100 – 150 ggr högre än bakgrundsvärdet. En utspädning på 150 ggr medför att 100 – 150 ggr högre halt i lakvattnet än i grundvattnet ger upp till en fördubbling (70 – 100 % höjning) av grundvattnets koncentration direkt nedströms vägområdet. Detta ger att grundvattnets halt av Na, Ca, K, Cl och sulfat ligger upp till 2 ggr högre än bakgrundsvärdet för respektive ämne. Kritiska faktorer är konstruktionens täthet, lakvattnets halt och utspädningseffekten som styrs även av konstruktionens riktning i förhållande till grundvattenströmningens riktning.



## Bilaga 4

### Gäller för båda bedömningarna:

Effekten av pH-sänkning från  $\text{pH} > 10$  till  $\text{pH}$  ca 7 ger att metallers löslighet minimeras. Därmed bedöms metaller som Zn, Pb, Cu etc fällas ut och fastläggas i profilen direkt under konstruktionen. Sorption och andra fastläggningsmekanismer uppskattas inte ge upphov till nämnvärda halthöjningar. Lakningspotentialen hos materialen avtar också med tiden.

Vid riskbedömning är det viktigt att identifiera de mekanismer som kontrollerar utlakning, dessa är relaterade till materialegenskaperna till förhållandena i konstruktionen och i omgivningen. Viktigt att göra bedömning om konstruktionens, markens, och/eller grundvattnets pH och hur den kan förändras med tiden eftersom detta kan medföra ändrad utlakning från konstruktionen. Viktigt att vid bedömningen ta hänsyn till om materialet i konstruktionen finns i mättad eller omättad zon, samt om mättnadsgraden kan ändras med tiden.

Riskbedömningen hos materialet baseras på laboratorieundersökningar, lakningstester etc. Bedömningar baserade på laboratorieundersökningar är normalt konservativa, men ger ofta en bra bild av olika riskmoment och kritiska scenarier. Lakningsdata från fält kompletterar bilden och ger bra helhetsinformation om förhållandena i konstruktionen och dess omgivning. Fältmätningar ger därmed en samlad information om adsorption och utfällning etc som sker i konstruktionen och i omgivande jord, om konstruktionens verkliga täthet och omgivningens förutsättningar för fastläggning och utspädning. Insamling av data från utförda projekt rekommenderas, eftersom dessa ger ett bredare underlag och bättre bedömningsgrund.

### 3. Klassificering av underlag

Avslutningsvis sker en bedömning om underlaget är tillfredsställande inför en klassificering och riskhantering av föroreningsrisk mot uppställda kriterier. Är underlaget otillfredsställande för en klassificering kan det kompletteras. En komplettering kan t ex göras genom att närmare beskriva kritiska materialegenskaper (t ex fysikaliska-, kemiska-, termiska egenskaper) i den aktuella omgivningen t ex genom kompletterande laboratorie- och/eller fältförsök. Bedömningen kan också fördjupas med avseende på ekotoxikologiska eller humantoxikologiska aspekter för de kritiska ämnen som identifieras. För genomförande av en ekotoxikologisk

riskbedömning kan t ex den metodik som beskrivs i Naturvårdsverket (2006) användas. När underlaget betraktas som tillfredsställande sker en klassificering och den aktuella lösningen graderas efter föroreningsrisk enligt Kapitel 7.1.3.

### 3.1 Principexempel, klassificering

Användning av Material A och B i aktuella applikationer skulle därvid klassificeras som vara förknippade med ”ringa” eller ”inte endast ringa” föroreningsrisk då flera ämnen förväntas frigöras och ge upphov till större koncentrationer än bakgrundshalter i omgivande yt- och grundvatten. Detta hänförs främst till halter av Na, K och Ca samt sulfat och klorider. Bedömningen utökades därvid och en jämförelse gjordes mot dricksvattenkriterier och en ekotoxikologisk riskbedömning utfördes med avseende på ytvatten. Den påföljande klassificering gav då att material A förknippas med ”ringa” föroreningsrisk och material B med ”inte endast ringa” föroreningsrisk.

När klassificeringen är gjord för en lösning (applikation i en viss omgivning) kan den användas i jämförelser mot andra lösningar i en MKB eller som en fristående avvägning mot hänsynsreglerna 2 kap. miljöbalken, se även Kapitel 7.2. I en sådan avvägning görs t ex jämförelse mellan en traditionell lösning och en med alternativa material.

## 4. Avrapportering

Den utförda miljöbedömningen ska dokumenteras, se t ex kapitel A9 i ATB Väg, Vägverket (2005) och Kapitel 7.1.3.



Vägverket  
781 87 Borlänge  
[www.vv.se](http://www.vv.se) [vagverket@vagverket.se](mailto:vagverket@vagverket.se)  
Telefon: 0771-119 119. Telefax: 0243-758 25. Texttelefon: 0243-750 90

