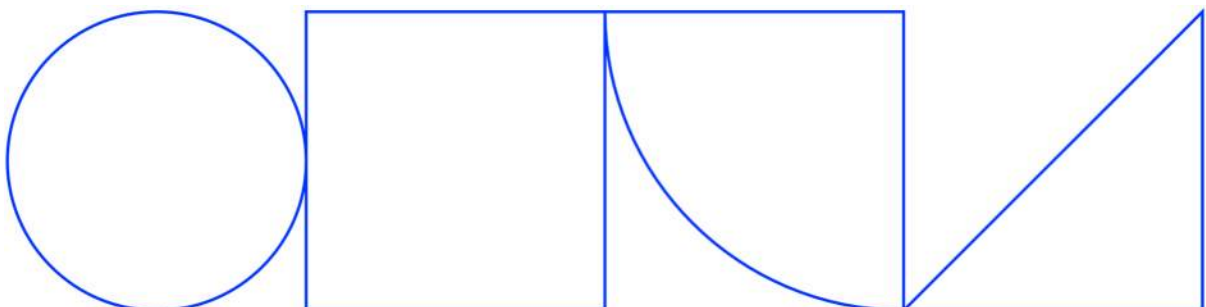


# Funktionsegenskaper för cirkulära material

---

*Jan Englund (Projektledare)*  
Skanska Sverige AB

2024-01-23



## Förord

Projektet är en förstudie till kommande projekt inkluderat en inventering av kunskapsläget kring cirkulära material samt behov av utveckling och förslag på aktiviteter. **Författare till rapporten är Jan Englund, Klas Hermelin och Malin Norin.** Huvuddelen av projektet bestod av en workshop som ägde rum 17 mars 2023. Riktlinjerna för workshopen drogs upp i samband med ett inledande referensgruppsmöte 21 februari 2023.

Ett stort tack riktas till medlemmarna i referensgruppen och deltagarna i workshopen samt Projektgruppen. Det är via dessa grupperingar projektresultaten framtagits. Ett speciellt tack riktas till Joakim Claesson och Roger Nilsson, Trafikverket samt Håkan Arvidsson, VTI för hjälp med förberedelse av workshop och efterbearbetning. Slutligen riktas ett mycket stort tack till SBUF, som varit huvudfinansiär av projektet och möjliggjort dess genomförande. Projektet organiserades på följande sätt:

### Projektgrupp

Jan Englund, Skanska  
Klas Hermelin, Trafikverket  
Roger Nilsson, Skanska/Trafikverket  
Malin Norin, Skanska

### Referensgrupp

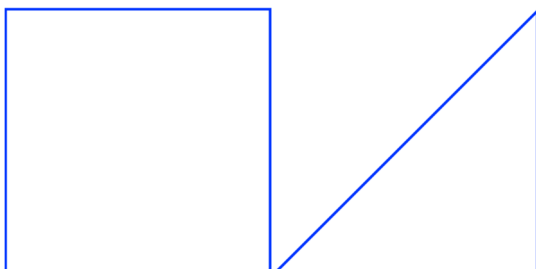
Joakim Claesson, Trafikverket  
Håkan Arvidsson, VTI  
Martin Tengsved, SBMI  
Peter Martinsson, Swerock  
Katarina van Berlekom, NCC  
Larissa Strömberg, Svevia  
Barbro Brattström Grujovic, Skanska  
Karolina Swedblom, Skanska  
Erik Westerlind, Infrakraft

### Medverkande Workshop

Joakim Claesson, Trafikverket  
Klas Hermelin, Trafikverket  
Sigurdur Erlingsson, VTI  
Håkan Arvidsson, VTI  
Martin Tengsved, SBMI  
Peter Martinsson, Swerock  
Annika Johansson, NCC  
Anders Lindström, Svevia  
Erik Westerlind, Infrakraft  
Linus Andersson, Skanska  
Karolina Swedblom, Skanska  
Richard Nilsson, Skanska  
Roger Nilsson, Skanska  
Malin Norin, Skanska  
Jan Englund, Skanska

Jan Englund, Klas Hermelin och Malin Norin

Gunnilse 2024-01-23



## Sammanfattning

För att klara uppställda målsättningar kring klimat och resurshushållning i samhället, behöver förutsättningarna att använda cirkulerade återvunna material bli bättre, där anläggningssektorns agerande är centralt. Det cirkulära materialet kan bestå av tidigare använda krossprodukter, naturgrus och andra typer av schaktmassor, rivningsbetong, returasfalt med mera. Idag bedöms det dock ur ett entreprenörsperspektiv att de ekonomiska incitamenten är för låga och riskerna för höga för att få till en övergång på en bredare front att använda återvunna cirkulära material. Ett viktigt resultat från detta projekt är att branschen är enig om att dessa risker behöver minimeras och skapa incitament för en ökad cirkulär hantering.

Dimensionering av vägkonstruktioner utförs enligt de olika dimensioneringsklasserna, DK1, DK2 och DK3. Dimensionering enligt klass 1 (DK1) innebär att lagertjocklekar är tabellerade utifrån trafiklast och undergrundsförhållande och används när lågtrafikerade vägar ska dimensioneras. Dimensioneringsklass 2 är vanligast och baseras på erfarenhetsmässiga samband mellan trafiklast, terrassmaterial och elastisk och permanent deformation. För dimensioneringsklass 3 är dimensioneringsmetodiken fri och finns inte direkt beskriven i något regelverk, men möjliggör en dimensioneringsmetodik som bygger på funktionella egenskaper.

I och med att dimensionering ofta sker enligt DK2, bygger dagens regelverk kring materialkrav och dimensionering av anläggningskonstruktionernas obundna lager framför allt på empiri. Det innebär exempelvis att det finns ett erfarenhetsmässigt samband mellan ett obundet materials kornstorleksfördelningen och deformation. Deformation (elastisk och permanent) är en funktionell egenskap, som är av intresse vid dimensionering men även permeabilitet och tjällyftningsegenskaper är av vikt. Man vet av erfarenhet hur dessa funktionella egenskaper är på jungfruliga material om dessa uppfyller de beskrivande krav som ställs på kornstorleksfördelning och hållfasthet etcetera. Direkt funktionsprovning av obundna material förekommer dock sällan.

Eftersom dimensionering av vägkonstruktioner bygger på empiri enligt DK2, behöver de återvunna, cirkulerade materialen som används, förädlas så att de efterliknar de jungfruliga materialen i så hög grad som möjligt. Detta ger generellt en kostsam förädlingsprocess som innefattar bortsortering av material, där mycket material går till spillo. Om det skulle vara möjligt att frånga de beskrivande kraven utan i stället utgå från funktionskrav skulle de cirkulära materialen inte behöva helt efterlikna jungfruligt material.

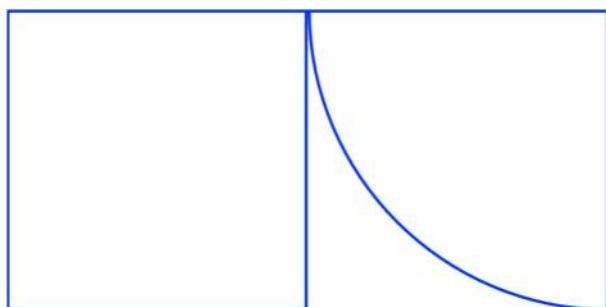
Målet i föreliggande projekt är att undersöka om det går att skapa förutsättningar så att upphandling av obundna material i anläggningskonstruktioner kan ske med hänsyn till funktionsegenskaper i stället för specifika beskrivande materialkrav.

Projektets slutsatser för en ökad cirkulär användning är:

- I branschen pågår det initiativ och arbete med att ta fram gemensamma End-of-Waste-kriterier för minska osäkerheten om vilka material som kan användas var ur en "miljömässig" aspekt.
- Det arbetas med att ta fram nyckeltal, som ska användas vid upphandlingar, för att öka incitamenten för användningen av cirkulära material.
- Genom justerade regelverk och kostnadseffektiva provningsmetoder kan cirkulära material möjliggöras för användning exempelvis genom ökad tydlighet av DK3 dimensionering.
- EU-Taxonomin är ett verktyg för att styra och uppnå EU:s klimatmål Funktionsprovning tillsammans med en mekanistisk dimensioneringsmetodik där material kan användas på ett optimalt sätt, är en möjliggörare för tillämpning av EU-Taxonomin.

# Innehåll

1 Bakgrund	4
2 Mål och syfte	7
3 Projektupplägg	8
4 Resultat	9
4.1 Regelverk, dimensionering och funktionsprovning	9
4.2 Genomförda och pågående uppdrag, utvecklingsprojekt och branschinitiativ	12
4.3 Hållbarhetsfrämjande regelverk, metoder med mera	14
4.4 Workshop	16
5 Analys	17
6. Slutsatser	23
7. Fortsatta studier	25
Referenser	27
Bilaga 1	29
Bilaga 2	30
Bilaga 3	54



# 1 Bakgrund

För att klara uppställda målsättningar kring klimat och resurshushållning i samhället inklusive beställare och entreprenörer, behöver förutsättningarna att använda cirkulerade återvunna material bli bättre. Det måste finnas ekonomiska incitament och goda förutsättningar ur ett entreprenörsperspektiv. Detta går i linje med EU-taxonomin, som bland annat ska driva mot hållbara ekonomiska investeringar och där övergång till cirkulär ekonomi är en viktig del för att uppnå klimatneutralitet 2045. Det finns därför förutsättningar för att cirkulära, återvunna material ska kunna ersätta jungfruligt material från bergtäkter i de obundna lagren i anläggningskonstruktioner.

Utifrån Naturvårdsverkets sammanställning uppstår årligen från 60–80 miljoner ton upp till 150–200 miljoner ton massor (avfall eller icke-avfall, alla materialkategorier) i Sverige. En större andel av dessa mängder antas utgöras av entreprenadberg. Vilka faktiska mängder det rör sig om varierar sannolikt också på årsbasis, till exempel beroende på byggkonjunktur, vilka projekt som pågår, projektens omfattning, tidsaspekter et cetera. Trafikverket delar in sitt miljöarbete i sju prioriterade miljöområden. Här ingår landskap och masshantering som en del. Allt för att nå Klimatneutral infrastruktur 2040.

Det cirkulära materialet kan bestå av tidigare använda krossprodukter, naturgrus och andra typer av schaktmassor, rivningsbetong, returafalt med mera. Utmaningarna med dessa material är många. De kan innehålla ämnen som begränsar användningen och kan även komma att betraktas som avfall, vilket kräver särskilda hanteringsrutiner innan de kan gå ut på marknaden. Ur ett tekniskt perspektiv har materialproducenterna å ena sidan en utmaning att förädla de återvunna materialen till produkter att bygga upp anläggningskonstruktioner med. Anläggningsentreprenörerna får å andra sidan nya typer av material att hantera. Det är inte säkert att ett återvunnet material går att lägga ut och packa på samma sätt som ett jungfruligt material.

Dagens regelverk kring materialkrav och dimensionering av anläggningskonstruktioner bygger mycket på empiri när dimensionering sker enligt dimensioneringsklass 1 och 2 (DK1 och DK2 (TrV 2022)). Vid dimensioneringsklass 1 (DK1) används tabellerade värden på erforderliga tjocklekar på de ingående materiallagren, som består av definierade material. För dimensionering enligt klass 2 (DK2) används tabellerade värden för lagermoduler (lagerstyvhet) på definierade konstruktionsmaterial, som bland annat beskrivs genom materialspecifika egenskaper så som kornkurva. Kornstorleksfördelning och hållfasthet verifieras genom materialanalyser på laboratorium. Lagermodulerna används för beräkning av spänningar och töjningar.

Vid dimensionering enligt klass (DK3) kan konstruktionen dimensioneras mot en funktion och det innebär att entreprenören måste verifiera funktionen och ta ansvar för

denna. Detta kan bli aktuellt om det är fråga om en funktionsentreprenad eller om entreprenören frångår de specifikationer som gäller för material och konstruktion vid DK1 eller DK2. Hur dimensionering, bestämning av indata och verifiering av funktionen ska gå till finns inte beskrivet i något regelverk, vilket upplevs som en osäkerhet hos aktörerna i branschen.

De funktionella egenskaper som är av intresse vid dimensionering är elastiska och permanenta deformationer men även permeabilitet och tjällyftningsegenskaper är av vikt. Man vet av erfarenhet hur dessa funktionella egenskaper är på jungfruliga material om dessa uppfyller de krav som ställs på materialspecifika beskrivande egenskaper som kornstorleksfördelning och hållfasthet etcetera (Hermelin 2022). Genom att använda den empiri som bygger på dessa erfarenheter, så finns därmed inget direkt behov av att genomföra funktionsprovning på obundna material, vilket återspeglas i aktuella regelverk (TrV 2014, 2017 och 2022). Denna erfarenhet ligger till grund för dimensionering enligt klass 2 (DK2). De undersökningar av funktionella egenskaper som trots allt finns att tillgå och som skulle vara användbara för dimensionering enligt klass 3 (DK3) är exempelvis laborietestet triaxialprovning, Denna används för att beskriva egenskaperna styvhet och stabilitet.

Som utförandekontroll av utlagt och packat obundet lager görs fältmätningar genom exempelvis statisk plattbelastning (Svensson 2015). Den bärighet som det testet tar fram kan efterlikna en form av funktionstest, men ger ingen fullständig bild av de funktionella egenskaperna.

Då dimensionering och funktionella egenskaper bygger på empiri vid den vanligaste förekommande dimensioneringsklassen 2 (DK2) måste de återvunna, cirkulerade materialen förädlas så att de efterliknar de jungfruliga materialen i så hög grad som möjligt. Detta kan ge en kostsam förädlingsprocess innefattande bortsortering av material eller materialinblandningar, där mycket material kan gå till spillo. För att optimera miljönyttan och resurseffektiviteten som Naturvårdsverket eftersträvar (Naturvårdsverket 2022) behöver förädlingsprocesserna förenklas för att mer cirkulärt material ska komma till användning (ej sorteras bort). Detta skulle då medföra att funktionen och dimensioneringsförutsättningarna kommer att skilja sig åt jämfört med de för jungfruligt material.

Om det skulle vara möjligt att frångå de materialspecifika kraven utan i stället utgå från funktionskrav, som skulle kunna användas vid dimensionering enligt klass 3 (DK3), skulle de cirkulära materialen inte behöva helt efterlikna jungfruligt material. Ökar kunskapen kring hur de cirkulära materialen ska läggas ut och packas för att uppnå bästa funktion blir resursutnyttjandet ännu mer effektivt. Detta skulle också premieras i de projekt som använder miljöcertifieringssystemet CEEQUAL. Dagens regelverk

behöver gås igenom för att se vilka möjligheter det finns att gå mot mer bestämning av funktionsegenskaper i stället för specifika materialegenskaper.

## **2 Mål och syfte**

Målet är att undersöka om det går att skapa förutsättningar så att upphandling av obundna material i anläggningskonstruktioner kan ske med hänsyn till funktionsegenskaper i stället för specifika beskrivande materialegenskaper.

Projektet är en förstudie som förväntas leda till olika fortsatta aktiviteter inom branschen så som utvecklingsprojekt. Projektet syftar även till att öka kunskapsutbytet mellan olika discipliner inom vägbyggnadsområdet så som hållbarhetsspecialister, materialtillverkare och anläggningsentreprenörer.

Projektets resultat förväntas öka drivkraften hos entreprenörer att öka användningen av cirkulära återvunna material genom att exempelvis underlätta tillämpningen av dimensionering enligt klass 3.



### **3 Projektupplägg**

Projektet inleds med en introduktion av regelverk, dimensionering och funktionsprovningmetoder. Därefter presenteras en genomgång av genomförda och pågående uppdrag, utvecklingsprojekt och branschinitiativ. Med detta som grund avslutas projektet med en workshop med projektets referensgrupp samt speciellt inbjudna personer tillsammans med kompletterande intervju.

## 4 Resultat

### 4.1 Regelverk, dimensionering och funktionsprovning

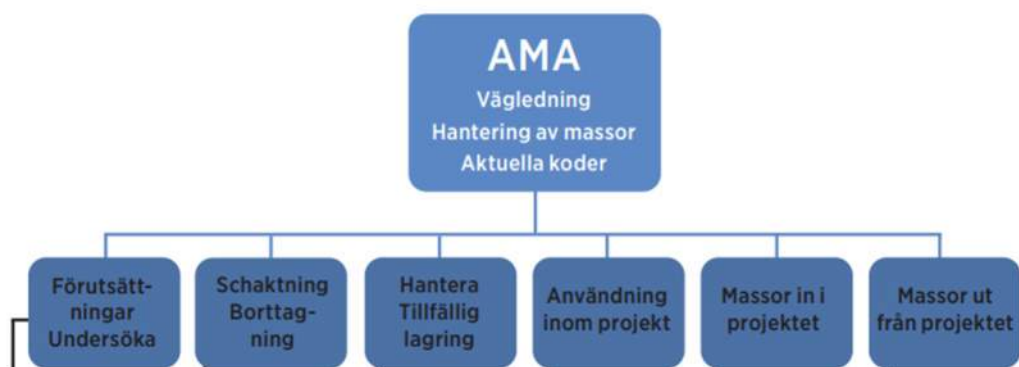
Vägar, parkeringsytor, industriplaner eller hamnkonstruktioner ingår i denna rapport med begreppet anläggningskonstruktioner. De flesta av dessa konstruktionstyper består av obundna överbyggnadslager placerade på någon typ av terrass. Ovanför de obundna lagren läggs i många fall bitumenbundna lager men även cementbundna lager förekommer. Olika varianter av grusslitrager används också och i dessa fall består konstruktionen enbart av obundna lager. Vilka material som används i de olika överbyggnadslagren, antal lager och tjocklekar bestäms när konstruktionen dimensioneras. I Figur 1 visas ett exempel på vägkonstruktion.



Figur 1. Exempel på vägkonstruktion med bundna lager (vanligtvis asfalt) och obundna lager på en terrass.

Kravställningen på material och krav på utförande beskrivs i Trafikverkets TDOK 2013:0530 Obundna lager för vägkonstruktioner och i AMA Anläggning.

I arbetet med att ta fram AMA Anläggning 2023 har det pågått ett arbete med att integrera återanvändning av material i referenskoder (AMA 23). Detta gäller både för befintliga specifika koder och eventuellt tillkommande koder som beskriver förutsättningar för i entreprenaden ingående återvunnet material. Här, som inom de flesta övriga områden, så ser man på att det återvunna materialets egenskaper skall kunna beskrivas, härledas, dokumenteras samt ha samma garantier så som ett jungfruligt material. Till 2023 års upplaga av AMA har en vägledning utformats för masshantering med avseende på viktiga aspekter vid framtagning av förfrågningsunderlag. I vägledningen har en översiktsbild utformats där identifierade koder för arbete med massor fogats samman med avseende på Provtagningschakt/nedmontering – Hantering (på plats) – Återanvändning av massor från entreprenaden på plats – Återanvändning av massor från andra platser eller nyproducerade massor – Transport av massor ut från entreprenaden. Allt enligt nedanstående processbild i Figur 2, samt Bilaga 1.



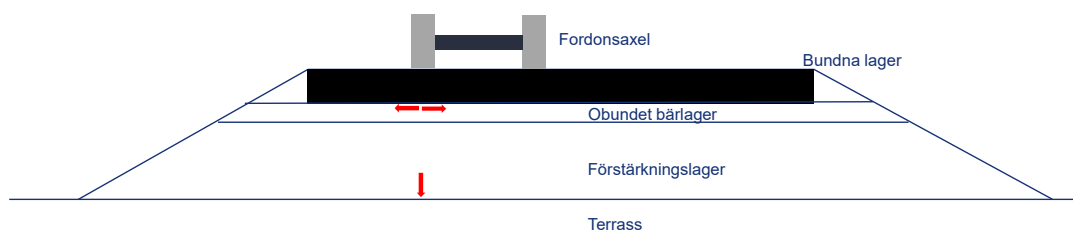
Figur 2. Beskrivning av hur AMA-koder hänger ihop. Bild hämtad från Hantering av massor, vägledning Anläggning AMA 23. Se Bilaga 1 för fullständig processbeskrivning.

Från Svensk Byggtjänst är förhoppningen att vägledningen ska er en större förståelse för hur rätt utformade förfrågningsunderlag kan möjliggöra en högre grad av återanvändning av överskottsmassor inom entreprenader. Det är dock brukligt att det tar ett tag innan entreprenadbranschen arbetar med den senaste versionen av AMA, varför det kan dröja innan dessa ändringar gör skillnad i den faktiska hanteringen.

Dimensionering av vägkonstruktioner beskrivs i TRVINFRA-00224. I TDOK 2013:0532 beskrivs kravställningen och krav på utförande på de alternativa materialen masugnsslagg, betongkross och asfaltgranulat.

I TRVINFRA-00224 och även i AMA Anläggning klassificeras terrassmaterial utifrån nötningsbeständighet, krossningsmotstånd, kornkurva och halt organiskt material. I TRVINFRA-00224 anges styvhetsmoduler för varje materialklass för terrassmaterialen samt för de olika överbyggnadslagren som indata till dimensionering enligt DK2.

Det finns empiriska samband mellan vertikal elastisk töjning på terrassytan, antal överfarter (trafikbelastning) och spårbildning på vägytan vid dimensionering enligt DK2. Vertikala töjningen på terrassytan påverkas av ovanliggande överbyggnadslagers styvhetsmoduler och terrassmaterialets styvhetsmodul. Vid låg styvhetsmodul på terrassmaterialet och hög trafikbelastning behöver de obundna överbyggnadslagren vara mäktigare och tvärt om. Det finns även empiriska samband mellan dragtöjning underkant bundet lager och sprickbildning. Töjningen underkant asfalt påverkas av det bundna lagrets styvhet samt underliggande lagrens och terrassens styvheter. Vid dimensionering enligt DK2 kopplas dessa töjningar, beskrivna i Figur 3, till antalet belastningar.

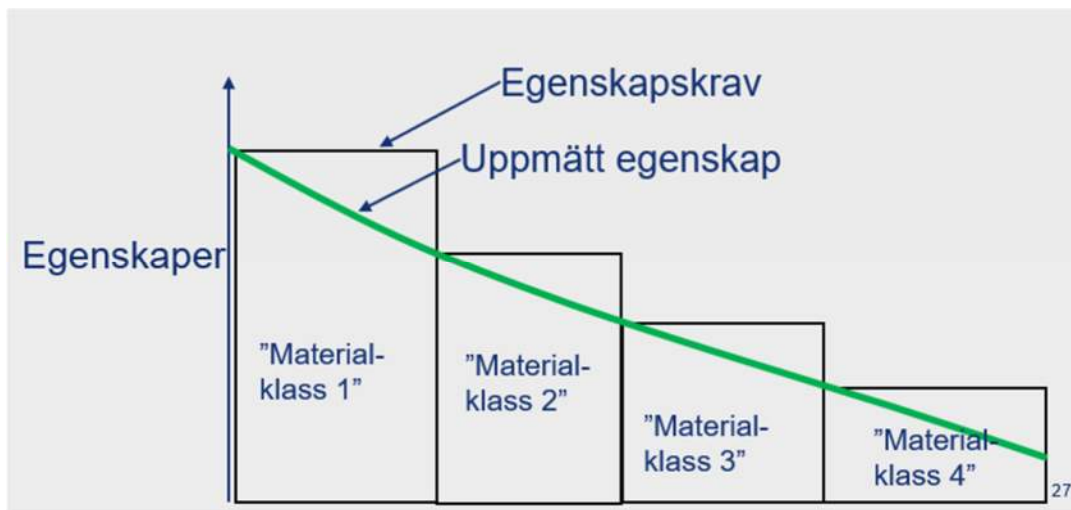


Figur 3. Horisontell töjning i underkant de bundna lagren samt vertikal töjning på terrassytan markerade med röda pilar.

För DK2-dimensionering kan exempelvis Trafikverkets dimensioneringsprogram PMS Objekt användas.

Spårbildning eller permanent deformation kommer emellertid inte ske bara i terrassmaterialet utan även i de obundna överbyggnadslagren. Denna spårbildning ingår i det empiriska sambandet och fungerar så länge de obundna överbyggnadslagren håller sig inom kravspecifikationen för respektive material och utförs på det sätt som finns angivna i TDOK 2013:0530 Obundna lager för vägkonstruktioner och AMA Anläggning vid DK2-dimensionering. Frågar de ingående materialen de specifika kraven som ställs på dem, fungerar de empiriska sambanden inte och det blir en utmaning att använda materialen. Antingen behöver materialen modifieras så att de uppfyller de specifika materialkraven, men då kan mycket material gå till spillo, eller så måste en dimensioneringsmetodik som hanterar funktionsegenskaper som styvhet och stabilitet hos materialen användas istället, vilket innebär en DK3-dimensionering. Vid en sådan metodik kan exempelvis spänningsnivåer beräknas i olika delar av konstruktionen och dessa kan exempelvis kopplas till en spänningsberoende stabilitet. Trafikverket och VTI har nyligen tagit fram ett dimensioneringsverktyg (ERAPave) för detta ändamål.

Funktionella egenskaper är också relevanta att använda i syfte att kunna använda material så resurseffektivt som möjligt och utnyttja materialens potential på mesta möjliga sätt. Material klassas exempelvis efter användningsområde i vägkonstruktionen som bärlager, förstärkningslager, skyddslager och fyllning. En fyllning kan i sin tur bestå av olika materialtyper. Klarar exempelvis ett material inte ett specifikt beskrivande krav som ställs på det användningsområdet (exempelvis nötningsbeständighet) måste användningsområdet bytas till ett annat. Materialet kanske då har egenskaper som klarar exempelvis nötningsbeständighetskravet med stor marginal för det nya användningsområdet. Exempelvis kanske ett bergmaterial i en tänkt väglinje precis inte klarar kravet på nötningsbeständighet för ett förstärkningslager. Då blir användningsområdet fyllning i stället, trots att potentialen hos materialet är betydligt högre. Skulle i stället de funktionella egenskaperna kunna bestämmas och konstruktionen anpassas till dessa, utnyttjas materialets potential mer optimalt, högre upp i konstruktionen som ett mer högvärdigt material, som exemplet visar i Figur 4.



Figur 4. Skillnad i att dela in material i klasser utgående från beskrivande krav i stället för att utgå från den uppmätta egenskapen.

Utnyttjas materialens potential på ett bättre sätt innebär det inte bara att behovet av att ta ut jungfruliga material minskar utan även transportbehovet, när material i exempelvis väglinjen kan nyttjas i högre grad. Detta innebär dubbla klimatvinster.

Funktionsegenskaper som exempelvis ERAPave behöver som indata vid DK3-dimensionering är styvhet och stabilitet. För både bestämning av både styvhet och stabilitet kan triaxialprovning (Triax) användas i laboriemiljö. En pulserande last belastar materialet och omgivningstryck (inspänning) kan varieras för att simulera olika delar av konstruktionen. För stabilitetsprovning kan även Heavy Vehicle Simulator (HVS) användas för fältmätningar eller mer fältmässig miljö. För styvhet finns även fallvikt (lätt och tung), statisk plattbelastning, CBR (Californian Bearing Ratio) samt DCP (Dynamic Cone Penetrometer) för att nämna några.

Redan idag kan upphandlingar ske genom att ställa funktionskrav på konstruktioner och dimensioneringen av konstruktionen kan bygga på att funktionsegenskaper beaktas (DK3-dimensionering). Funktionsegenskaperna måste då vara kända och möjliga att verifiera.

## 4.2 Genomförda och pågående uppdrag, utvecklingsprojekt och branschinitiativ

För att förutsättningarna att använda cirkulerade återvunna material samt andra material/massor som uppstår i anläggningsprojekt ska bli bättre har flera initiativ tagits till olika workshops, seminarier och utvecklingsprojekt.

Det pågående SBUF-projektet 14201 "Från grind till grind; Hur skapar vi cirkulära ballastprodukter" syftar till att ge byggbranschen en gemensam metodik för cirkulär masshantering där schaktmassor används som spårbara konstruktionsmaterial efter uppgradering och kvalitetssäkring. Ett annat pågående projekt är "Cirkulära materialflöden i anläggningskonstruktioner End of waste kriterier" (SBUF-projekt 13992).

Det avslutade SBUF-projektet 13487 "Cirkulär hantering av massor i bygg- och anläggningsprojekt" hade som syfte att skapa förutsättningar till ökad cirkulär hantering av lätt förorenade massor inom bygg- och anläggningsprojekt samt även inkluderat marksaneringsprojekt. Genom detta kan användningen av jungfruliga material öka och mängden deponerat material minskas, vilket även medför färre transporter.

Det avslutade projektet "Entreprenörsråd för en hållbar masshantering" (SBUF-projekt 13985) resulterade i ett antal entreprenörsråd inom områden som:

- Ökad samordning i värdekedjan,
- Kunskapshöjande åtgärder,
- Lagar och tillstånd och Ekonomiska incitament och affärsmodeller.

Projektet har också sammanställt information om digitala arbetssätt och tjänster inom masshantering. Projektet har identifierat ett antal olika digitala lösningar som kan bidra till en mer hållbar masshantering och ökad spårbarhet för massorna.

Ett annat avslutat projekt är "Masshantering – indikatorer och nyckeltal för incitament för reducerad klimatpåverkan vid upphandling" (VTI-rapport 1154). Detta projekt tar fram förslag på indikatorer och nyckeltal för upphandling som kan användas för att sätta krav och ge incitament som kan införas i Trafikverkets upphandlingar för att förbättra masshanteringen, såväl i planeringen av projekt som i själva utförandet. De krav och incitament som på längre sikt skall arbetas fram ska kunna användas vid upphandlingar och därmed bidra till att entreprenörer kommer att arbeta mer cirkulärt, hållbart och innovativt med masshantering än i dagsläget.

"Sekundära ballastråvaror för hållbar anläggningsinfrastruktur" innehåller en serie projekt drivna av Rise, med mål att öka nyttiggörandet av ett antal restmaterial som ersättning för krossat berg i urban anläggningsinfrastruktur, t ex torgytor, parkeringsplatser och GC-banor och att ta fram dimensioneringsverktyg för i första hand slaggrus, rivningsbetong och fräsasfalt som alternativa ballastmaterial för trafikbelastade hårdgjorda ytor. Både laboratorieförsök och fullskaleförsök med HVS har genomförts. En avrapportering har gjorts i SBUF-projekt 14002 Sekundära ballastprodukter – Genomförande av HVS-försök.

Nätverket "End of Waste" arbetar med att underlätta att skapa cirkulära materialflöden genom branschgemensamma seminarier och SBMI har anordnat workshops kring cirkulär bergmaterialhantering.

Det behövs en skriven rapport för att den som inte har direktkontakt med dem som har genomfört projektet ska kunna förstå resultaten, kunna bedöma värdet av dessa och använda i företaget.

### **4.3 Hållbarhetsfrämjande regelverk, metoder med mera**

Att ställa om från linjära till cirkulära flöden identifieras av såväl europeiska lagstiftare, som flera organisationer och grupperingar i branschen, som en nödvändighet för att uppnå målet om en hållbar utveckling (Europeiska Kommissionen, 2015) (Fossilfritt Sverige, 2018). Bygg- och anläggningsbranschen är den bransch som har störst klimatpåverkan med upp till 40 procent av de globala utsläppen av växthusgaser (World Green Building Council, 2018). För att kunna nå klimatneutralitet 2045 så kommer branschen behöva genomgå ett starkt förändringsarbete där resursoptimering, materialval och användning av maskiner och fordon kommer stå i fokus.

Hantering av jord- och bergmassor utgör en betydande del av klimatpåverkan i projekten när endast en mindre del av uppschaktade massorna återanvänds och en stor del deponeras. Studier visar att omkring 16 procent av klimatpåverkan från ett anläggningsprojekt kan kopplas till masshanteringen. I den senaste regionala utvecklingsplanen för Stockholm (RUF5 2050) ingår masshantering i planeringsunderlaget för regionens resurs- och avfallshantering (Region Stockholm, 2019) i syfte att förtydliga hur man från ett regionalt perspektiv kan bidra till ökad kunskap och en utveckling i rätt riktning när det gäller avfallshantering samt masshantering och täkter. För att minska miljöeffekterna av masshanteringen så behöver återvinningen av massor öka och att vi får till en mer cirkulär hantering.

I EU-kommissionens handlingsplan att en cirkulär ekonomi är nödvändig för en hållbar utveckling vilket har medfört lagändringar i bland annat Avfallsdirektivet (2008/98/EG). Dessa ändringar syftar till minskade avfallsmängder, ökad återanvändning och återvinning samt förbättrad avfallshantering. Sverige har till år 2025 på sig att anpassa ändringarna till svensk rätt. En föreslagen åtgärd är att införa begreppet "återfylla" vilket förtydligar möjligheten att återvinna lämpligt icke-farligt avfall i återställandeändamål och i landskapsmodellering. En annan viktig aspekt är att det klargörs när avfall upphör att vara avfall vilket kan främja marknaden för återvunna material.

Sverige har införlivat direktivet inom den nya Lagen om Offentlig Upphandling, LOU [4]. LOU föreslår att nyttja utvärdering av alternativa anbudsförslag utifrån totala livscykelkostnader och ger möjlighet för en upphandlande myndighet att hänvisa till en särskild miljömärkning, som bevis för att upphandlingsföremålet har de egenskaper som krävs. Med märkning avses

alla dokument, certifikat eller intyg som bekräftar att upphandlingsföremålet uppfyller vissa krav, t ex en EPD.

För att driva på utvecklingen mot en mer cirkulär resurshushållning finns olika drivkrafter och regelverk. Nedan lyfts EU Taxonomi, BREEAM Infrastructure och Livscykelanalys.

Syftet med EU:s taxonomi är att kunna identifiera och jämföra miljömässigt hållbara investeringar genom ett gemensamt klassificeringssystem för miljömässigt hållbara ekonomiska verksamheter. Taxonomin är ett verktyg för att nå EU:s klimatmål och målsättningarna inom EU:s gröna tillväxtstrategi, den gröna given. EU:s gröna taxonomiförordning, som antogs i juni 2020, utgör en ramreglering för att avgöra vilka ekonomiska verksamheter som ska anses vara miljömässigt hållbara i taxonomin. För att en viss ekonomisk verksamhet ska klassificeras som miljömässigt hållbar så ska den bidra väsentligt till ett eller flera av sex fastställda miljömål, inte orsaka betydande skada för något av de övriga målen, och uppfylla vissa minimikrav inom social hållbarhet. Kopplat till en mer cirkulär masshantering är det framförallt miljömål (1) *Begränsning av klimatförändringar*, (4) *Övergång till en cirkulär ekonomi*, (5) *Förebyggande och kontroll av föroreningar*, som berörs. Det krävs också att verksamheten överensstämmer med mer detaljerade villkor, så kallade tekniska granskningskriterier, som fastställs av kommissionen i delegerade akter till förordningen. Sortering och materialåtervinning av icke-farligt avfall till sekundära råmaterial klassificeras som en miljömässigt hållbar ekonomisk verksamhet enligt EU-taxonomin, eftersom den bidrar väsentligt till en cirkulär ekonomi. Minst 50 vikt-% av insamlat icke-farligt avfall ska omvandlas till sekundära råvaror för att verksamheten ska klassas som hållbar. Därmed finns incitament för materialtillverkare att erbjuda material med återvunnet innehåll. Tillgången på exempelvis återvunna schaktmassor kommer därför sannolikt att öka framöver. Därför är det viktigt att undersöka möjligheterna att bygga med återvunna massor.

EU-Taxonomin är ett verktyg för att påskynda omställning till ett hållbart samhälle, t ex genom att byggföretag med större andel av hållbara investeringar (=bygg- och anläggningsprojekt) ska få banklån med bättre villkor. På längre sikt ska en större portfölj av hållbara investeringar (projekt, tillverkning, verksamheter mm) vara ett måste för att få låna hos banker. Detta kan ha en avgörande betydelse för överlevnad och konkurrenskraft hos de flesta svenska byggbolagen, speciellt med tanke på en pågående utredning på Regeringsnivån om att släppa privata aktörer för finansiering av nya satsningar inom infrastruktur samt att Trafikverket har fått ett Regeringsuppdrag att skapa ett ramverk för arbete med resurseffektivitet i anläggningsprojekt.

BREEAM Infrastructure ersatte tidigare CEEQUAL 2023 och syftar till att uppmuntra beställare, projektörer och entreprenörer att göra mer än de befintliga lagkraven inom hållbarhetsområdet för att på så sätt öka projektets hållbarhetsprestanda och bidra till klimatmålen. Systemet kan ge vägledning i arbetet med ett stort antal hållbarhetsfrågor och bland annat i frågor som rör hantering, återanvändning och återvinning av jordmassor. Indikatorerna i BREEAM Infrastructure är indelade i åtta kategorier; projektledning, resiliens, lokalsamhälle och intressenter, markanvändning och ekologi,



landscapsutformning och kulturhistorisk miljö, föreningar, resurser samt transporter. Den del som får störst utrymme är kategorin resurser inom vilken cirkulär masshantering får störst genomslag. I Sverige har verktyget använts sedan 2011, med ett 40-tal registrerade projekt såsom den pågående utbyggnaden av Stockholms tunnelbana, projektet "Flens framtida vattenförsörjning", motorvägsbron E4 över Rotebro, långtidsparkeringar, ett nytt VA-nät, utbyggnad av ett driftområde på Arlanda samt marksaneringar. Tillämpning av CEEQUAL i olika svenska projekt har dokumenterats i ett flertal SBUF-projekt (13206, 13205, 13051, 12807).

Livscykelanalys, LCA, är en standardiserad metod enligt ISO 14040-serien som hjälper till att skapa en helhetsbild av hur stor den totala miljöpåverkan är under en produkts eller tjänsts livscykel. Genom att ta reda på i vilket steg i produktionskedjan miljöpåverkan är som störst, kan företagen rikta sina miljöansträngningar åt rätt håll och på så sätt optimera produkter och processer ur miljösynpunkt. En miljövarudeklaration (EPD) är en formaliserad tillämpning av LCA, som möjliggör en standardiserad jämförelse av miljöprestanda hos likvärdiga byggprodukter ur ett internationellt perspektiv. LCA-verktyg så som Trafikverkets klimatkalkyl kan användas för att kvantifiera masshanterings betydelse i förhållande till totala projektets klimatpåverkan och data kan användas för att på egen hand analysera klimatvinsten med att återanvända massor i projektet. Trafikverket har sedan 2016 ställt klimatkrav på leverantörer i investerings- och underhållsprojekt som harmoniserar med den svenska klimatlagen. Även offentliga beställare i Norge, Jernbaneverket och Nye Vegvesen, ställer liknande krav. Verktyget SmartMass är också ett LCA-verktyg men med fokus på att utvärdera just masshanteringsalternativ och hur miljö, klimat och kostnader påverkas mellan alternativen (Trafikverket, Trafikverkets resultatkonferens Klimatkrav och Klimatkalkyl, 2019).

#### **4.4 Workshop**

Workshopen ägde rum fredagen 17 mars. Deltagarna var både från beställarsidan och entreprenörsidan samt från forskningsinstitut. Professionerna hos deltagarna var inom klimat- och hållbarhetsområdena, materialförsörjning, materialteknik och konstruktionsteknik samt produktion. Workshopen i sin helhet med slutsatser redovisas i Bilaga 2.

Före workshopen hölls ett referensgruppsmöte 2023-02-21 där bland annat den kommande Workshopen diskuterades, bland annat syftet med workshopen och ramarna.

Workshopen hade som syfte att ta reda på vad som behövs för att kunna använda alla typer av tillgängliga material på ett ur klimatsynpunkt och resursmässigt effektivt sätt med förutsägbar funktion och livslängd och reda ut vad vi kan göra redan idag och vad vi behöver utveckla för att nå detta. Detta för att uppnå det aktuella utvecklingsprojektets syfte och mål att undersöka om det går att skapa förutsättningar så att upphandling av obundna material i anläggningskonstruktioner kan ske med hänsyn till funktionsegenskaper i stället för specifika materialegenskaper.

## 5 Analys

Efter genomgång av genomförda och pågående uppdrag, utvecklingsprojekt och branschinitiativ, kompletterande intervju och workshopens genomförande sammanställdes materialet och sammanfattas i 17 punkter nedan. Dessa punkter har grupperats enligt följande: Regelverk (1, 2), Incitament (3, 4, 5), Hållbarhet (6, 7, 8, 9, 10, 11), Metoder för funktionsegenskaper (12, 13, 14, 15) samt dimensioneringsmetoder och materialklasser (16, 17). Inledningsvis lyfts vad som är lämpliga åtgärder att vidta på kort respektive på lång sikt.

### Viktigast att göra på kort sikt:

- Lansera ERA-Pave
- Definiera testmetoder för de 6 funktionella egenskaperna och hur de ska beskrivas för att kunna användas vid dimensionering
  - Metoder som kan vara indata till ERAPave
    - Styvhet och stabilitet på material mindre än 30 mm
    - Värmeledning
    - Tjällyftning på material mindre än 30 mm
  - Metoder som behöver uppfylla minimikrav
    - Beständighet mekanisk och frostbeständighet
    - Permeabilitet samt reda ut vad som är tillräcklig och vilka kravnivåer som ska användas

### Viktigast att göra på lång sikt:

- Metod för att bestämma beständighet i form av kemisk beständighet och vittring (metod för detta)
- Reda ut vad som är tillräcklig permeabilitet
- Definiera vad som är en likvärdig lösning enligt DK3-dimensionering
- Undersökningsmetodik för stabilitets- och styvhetsbestämning på material grövre än 30 mm – bygga provvägar och/eller större triax-utrustning för att ta reda på långtidsegenskaper.

### Regelverk:

1. Regelverk kring hantering med avseende på kemiskt innehåll (miljömässiga parametrar) och deklarerat upplevs som ett hinder för att kunna använda cirkulära material i större omfattning. Avsaknad av praxis kring End-of-Waste-processen ger osäkerhet för materialtillverkarna till vad de cirkulära materialen

kan användas till. En nyckel kring deklarereringen är provningsstandarden SS-EN 933-11 (Halt främmande material) och hur denna hanteras och tolkas på rätt sätt.

2. Den tekniska kravställningen i de tekniska regelverken (exempelvis AMA Anläggning) är anpassat efter användandet av jungfruligt material och behöver därmed uppdateras så grön upphandling stöds på ett tydligare sätt. Även andra materialtyper som halvbundna material, där stabilisering och inblandning av asfaltgranlutat ingår behöver tas med. AMA behöver även kompletteras med nya utförandebeskrivningar i och med att fler olika typer av material ska hanteras.

### **Incitament:**

3. Det är en utmaning att hitta incitament för ökad materialcirkulering. I exempelvis Holland skapades för många år sedan återvinningscentraler för sortering av cirkulära material. Här finns ett annat ekonomiskt driv på grund av bristande materialtillgångar på jungfruligt material. I Sverige kan det finnas ekonomiska incitament om man "utnyttjar" deponeringsavgifter och pris i kalkylen.
4. Det är i projekteringsdelen som de flesta miljövinster med hänsyn till cirkularitet kan göras. Materialvalen kan i detta skede påverkas och anpassning av profilhöjd kan göras för att kunna ta tillvara bra material. Svårigheten ligger i hur olika material fungerar och var de passar bäst. Går det exempelvis att förstärka befintliga massor (fyllningar) för att kunna minska behovet av krossmaterial av god kvalitet? De entreprenadformer som mest kommer på fråga här är totalentreprenader/funktionsentreprenader och "early contract involvement". Dessa entreprenadformer får dock inte vara för styrda och risken för entreprenören måste anpassas för att öka entreprenörens incitament. Som det ser ut idag får entreprenören ta för stor risk om beprövade metoder och avsteg från AMA tas och då kommer ingen utveckling ske. Funktion på obundna material är en svår fråga, hur ska denna kunna uppskattas, mätas och värderas och användas i dimensioneringshänseende?
5. Ett alternativ till att försöka öka materialcirkuleringen genom att låta entreprenörerna få mer fria tyglar är att göra tvärt om och låta förfrågningsunderlagen vid upphandlingar behöver bli mer styrda i utförandeentreprenader. Finns redan tankar hos beställare och projektör kring alternativa lösningar, som är bättre ur klimat och resurshänsyn kan alla

entreprenörer lämna anbud på samma sak och därmed få mer likvärdig konkurrens med hänsyn till materialcirkulering. Eventuella incitament för ökad återvinning/cirkulär hantering ska även det finnas med i förfrågningsunderlaget.

## Hållbarhet

6. Det finns goda intentioner på beställarsidan att öka cirkuleringen av material som en del i klimat och resursarbetet men mycket av ansvaret på utvecklingen läggs på entreprenörerna att hitta och använda nya tekniska lösningar. I utförandeentreprenader är marginalerna små att göra några justeringar. Beställaren har bestämt konstruktionen och gjort materialvalen. Entreprenören har tagit fram effektivaste arbetssättet för bland annat masshantering då man vunnit kontraktet till lägsta pris. Ytterligare miljövinster kan endast uppnås genom att se över maskinparken i princip. Föreslår man att använda mer material i vägområdet för ökad cirkularitet får entreprenören ta hela ansvaret och den ekonomiska risken i och med att förutsättningarna som gäller för DK2-dimensioneringen frångås.
7. Att främja tillämpningen av ny metodik så som funktionsprovning i entreprenader, skapar förutsättningar att driva projekt i en hållbar riktning. Det måste generellt finnas rätt incitament för en entreprenör att frångå beprövad teknik. Det som avgör i slutändan är vilken risk entreprenören sitter med om den obeprövade konstruktionen inte fungerar. Entreprenören har ofta små vinstmarginaler där möjligheten att ta risker är låg, vilket medför att den mest hållbara lösningen inte väljs.
8. Det tar mycket tid, kraft, energi och är kostnadskrävande att ta fram anbud för en likvärdig lösning, vilket är bortkastat ifall anbudet med den likvärdiga lösningen blir förkastat. Kompetens behövs både hos konsult och beställare att kunna värdera anbud med likvärdiga lösningar. Entreprenören behöver också veta vilka funktionella egenskaper som är viktiga att beakta vid anbudsgivning med likvärdig lösning. Att deklarerat funktionsegenskaper och beskrivande egenskaper kan öka tydligheten vid upphandlingen. Levererat material kontrolleras i så fall mot beskrivningar av materialet.
9. Beställaren bör gå från att titta på lägsta initialkostnad vid anbud till att se på hela livscykelkostnaden (LCC). Ett problem är idag att man styr mot klimat och inte så mycket mot resurshushållning, där detta inte sammanfaller. Byggtiden behöver även i större utsträckning anpassas efter tillgängliga material, högre

utnyttjandegrad av massor i linjen kräver mer tidskrävande hantering och "liggtider". Vi behöver också differentiera användningen, dvs ställa olika materialkrav på olika typer av vägar eller ytor.

10. Sammanställning av resultaten i detta projekt påvisar möjlighet att skapa en övergripande plattform för hur EU-taxonomin och arbete med resurseffektivitet kan tillämpas för vägbyggnadsprojekt utifrån svenska dimensioneringsregler och byggstandarder. Tillämpning och övergång till att beskriva funktionsegenskaper underlättar bestämningen var material kan användas i en konstruktion.
11. Trafikverket har klimatneutralitet som målsättning 2040, där bland annat klimatkalkyl används för att beräkna detta. EPD:er kan användas för att verifiera de ingående materialens klimatpåverkan. Miljöcertifieringssystem så som BREEAM Infrastructure används i flera stora entreprenader, till exempel vid tunnelbaneutbyggnaden i Stockholm (FUT), för att premiera hållbarhetsarbetet. EU-Taxonomin är ett verktyg för att nå EU:s klimatmål och enligt denna skall minst 50 vikt-% av insamlat icke-farligt avfall ska omvandlas till sekundära råvaror för att verksamheten ska klassas som hållbar. Därmed finns incitament för materialtillverkare att erbjuda material med återvunnet innehåll. Utifrån det som nämns ovan finns det tydliga målsättningar och verktyg för att driva på hållbarhetsarbetet, men det är inte lika tydligt hur vi ska nå dit. Genom att tillämpa funktionsprovning förtydligas vägen dit.

### **Metoder för tekniska funktionsegenskaper:**

12. I samband med workshopen diskuterades framför allt sex tekniska funktionsegenskaper som var mest relevanta. Dessa var egenskaper styvhet, stabilitet, beständighet (mekanisk, frost och kemisk vittring), permeabilitet, tjällyftning samt värmeledningsförmåga. Styvhet och stabilitet bedömdes vara viktigast och beständigheten kemisk vittring svårast att bestämma. För dessa sex identifierade funktionsegenskaperna är statusen just nu:
  - a. *Styvhet* kan beskrivas genom:
    - i. Triax för material mindre än 30 mm
    - ii. Fallvikt
    - iii. CBR
    - iv. Statisk plattbelastning
  - b. *Stabilitet* kan beskrivas genom

- i. Triax
- c. *Beständighet*
- i. Mekanisk beständighet och frostbeständighet finns det metoder för material men inte för enskilda lager.
  - ii. Frostbeständighet finns det metoder för material och för hydrauliskt bundna lager. Kravställningen finns inte eftersom våra bergmaterial som klarar de mekaniska beständighetskraven även anses klara frostbeständighet. För andra material än berg kan ett krav behöva införas. Bundna lager saknar i dagsläget krav.
  - iii. Kemisk vittring saknar metod för att bestämmas
- d. *Permeabilitet* finns det metoder för att bestämma
- e. *Tjällyftningsegenskaper* finns metoder för men ingen som är standardiserad
- f. *Värmeledningsförmåga* finns metoder för

13. De existerande metoderna för att bestämma funktionsegenskaper behöver utföras på ett korrekt och föreskrivet sätt i hela branschen så att provningsförfarandet säkerställs och likställs. Det behöver därför tas fram bra metodbeskrivningar eller sammanställa de som finns, exempelvis för Triax. Det är en utmaning att testa material med större stenstorlek oavsett funktionsegenskap. En del egenskaper på material med större fraktioner går att bestämma via provvägar och verifiera via exempelvis fallviktsmätning men det är tidskrävande och kostsamt. Långtidsegenskaper kan utvärderas via provvägar (mest i tidigt skede för att lära sig). Materialkvalitet och funktionen kan påverka dimensioneringen och det är viktigt att funktionsegenskaperna som mäts upp och redovisas beskrivs på ett sådant sätt att de kan användas som indata till dimensioneringen.

14. Under workshopen diskuterades det att för 20 år sedan gjordes arbetet med att ta fram specifikationer för alternativa material med beskrivande egenskaper som grundar sig på analys och verifiering av bakomliggande funktionsegenskaper (på samma sätt som läget är för jungfruliga material idag). Detta gäller materialen krossad betong, slaggrus/hyttsten (masugnsslagg) och asfaltgranulat. Vid introducerandet av nya material i befintligt system behöver

de då gå igenom samma procedur som när Alternativa material (TRV 2014) skrevs (underförstått funktionsegenskaper behöver bestämmas och kopplas till beskrivande krav av materialet).

15. Det är osäkert hur kemisk beständighet ska kontrolleras. Vittring finns ingen provmetod för (speciellt inte accelererade försök). Frostbeständighetsprovning finns det provningsmetoder för partiklarna och hydrauliskt bundna material och genomförs i Italien och det går att få inspiration från andra Europastandarder.

#### **Dimensioneringsmetoder & materialklasser:**

16. Vid likvärdiga egenskaper (egenskaper hos ett material som liknar ett jungfruligt materials egenskaper) kan Trafikverkets tillhandahållna dimensioneringsprogram PMS Objekt användas vid dimensionering. Att verifiera likvärdiga egenskaper kan vara eller är ett hinder. Frågan är hur likvärdiga egenskaper ska definieras och bevisas. På lång sikt behöver en gemensam plattform tas fram på hur likvärdig egenskap ska tas fram samt möjligheten att ta fram en större triax. Långtidsegenskaper behöver också analyseras och resonera om när ett material är "Good enough". Spänningsberoende i materialegenskaper och dimensioneringshänsyn är också viktigt. I nuläget kan man inte dimensionera direkt mot en deformation i PMS Objekt. I ERA-Pave däremot ingår deformationsberäkningar vilket öppnar upp en möjlighet att använda cirkulära material. Sannolikt är det i dagsläget vid DK3-dimensionering som det kan vara aktuellt att använda cirkulära material.
17. Materialklasserna i AMA är begränsande som det är idag. PMS Objekt har inte heller alla materialtyper (nya typer av material). I ERA-Pave finns fler materialegenskaper som kan användas men det insamlade dataunderlaget är ännu ganska begränsat. Beräkningshjälpmedel finns och egenskaperna på styvhet, stabilitet och tjällyftning går att ta fram på laboratoriet och mata in som indata. Studier visar dock på att potentialen hos regelverket att använda material i väglinjen är mycket större än vad som utnyttjas.

## 6. Slutsatser

Cirkulära material i det här projektet avser både återvunna material som använts tidigare i anläggningsändamål och schaktmassor som uppkommer i samband med anläggningsprojekt samt rest- eller återvinningsprodukter från annan industri eller byggnader. För att nå klimatmålen som finns uppsatta för samhället måste mängden cirkulära material öka i anläggningsbranschen.

Projektet visar på att det finns en osäkerhet i branschen över hur de cirkulära materialen kan användas och vad de får användas till. Vid upphandlingar av anläggningsentreprenader finns inte tillräckligt med ekonomiska incitament att byta ut jungfruliga material mot mer cirkulära och riskerna med att ta egna initiativ från entreprenörshåll anses för stora i och med att entreprenören får hela ansvaret för konstruktionen och dess funktion. Detta gäller framför allt vid utförandeentreprenader där entreprenören föreslår alternativa men likvärdiga lösningar.

I branschen pågår det initiativ och arbete med att ta fram gemensamma End-of-Waste-kriterier för minska osäkerheten om vilka material som kan användas var ur en "miljömässig" aspekt. Det arbetas även med att ta fram nyckeltal, som ska användas vid upphandlingar, för att öka användningen av cirkulära material.

Vid den vanligaste förekommande dimensionering (DK1 och DK2) av anläggningskonstruktioner (vägar, hamnar etc) används mycket empiri, som förutsätter att de ingående materialen har kända materialspecifika egenskaper, som kan krävställas med beskrivande krav på exempelvis kornstorleksfördelning och nötningsbeständighet. De beskrivande kraven är framtagna utifrån empirisk kunskap om de funktionella egenskaperna som stabilitet och styvhet etc. Denna empiriska kunskap bygger på användning av jungfruliga material. Ska andra material än jungfruliga material användas saknas kopplingen mellan beskrivande krav och funktionella egenskaper för dimensionering.

För att kunna börja använda cirkulära material i högre utsträckning på ett optimalt sätt, behöver de funktionella egenskaperna kunna bestämmas och kopplas till dimensioneringen (DK3). Det finns redan kunskap om vilka funktionella egenskaper som är relevanta, det vill säga styvhet, stabilitet, mekanisk beständighet, kemisk beständighet, frostbeständighet, permeabilitet, tjällyftningsegenskaper samt värmeledningsförmåga. Det finns provmetoder för dessa förutom kemisk beständighet. De provmetoder som finns är oftast även anpassade till bärlagermaterial (0-32) eller finare material. Metoder eller metodiker behöver utvecklas för grovkornigare material. Även halvbundna eller stabiliserade materials funktionella egenskaper behöver kunna bestämmas.



För de funktionella egenskaper som har metoder för att kunna bestämmas, behöver ett arbete göras med att dels bestämma vilka av metoderna som är mest relevanta och kostnadseffektiva samt därefter rikrikta provningsutförandet i branschen. När detta är gjort kan regelverken justeras så att upphandlingarna kan bli tydligare samt att egenskaperna ska kunna deklarerats i en prestanda och CE-deklaration. För att kunna anpassa konstruktionen för de aktuella tillgängliga materialens funktionella egenskaper kan det nya dimensioneringsprogrammet ERA-Pave användas. Detta innebär i praktiken ett förtydligande över hur DK3-dimensionering ska utföras och verifieras.

Trafikverket har klimatneutralitet som målsättning 2040, där bland annat klimatkalkyl används för att beräkna detta. EPD:er kan användas för att verifiera de ingående materialens klimatpåverkan. Miljöcertifieringssystem så som BREEAM Infrastructure används i flera stora entreprenader, till exempel vid tunnelbaneutbyggnaden i Stockholm (FUT), för att premiera hållbarhetsarbetet. EU-Taxonomin är ett verktyg för att nå EU:s klimatmål och enligt denna skall minst 50 vikt-% av insamlat icke-farligt avfall ska omvandlas till sekundära råvaror för att verksamheten ska klassas som hållbar. Därmed finns incitament för materialtillverkare att erbjuda material med återvunnet innehåll. Utifrån det som nämns ovan finns det tydliga målsättningar och verktyg för att driva på hållbarhetsarbetet, men det är inte lika tydligt hur vi ska nå dit. Genom att tillämpa funktionsprovning förtydligas vägen dit.

## 7. Fortsatta studier

Utifrån slutsatserna föreslås följande aktiviteter efter detta projekt:

- Följa upp branschgemensamma initiativ till ökad cirkularitet inom anläggningsbranschen inkluderat framtagande av End-of-Waste-kriterier.
- Påbörja användandet av dimensioneringsprogrammet ERA-Pave
- Göra en översyn av provningsmetoder och standarder för de funktionella egenskaperna styvhet, stabilitet, mekanisk beständighet, kemisk beständighet, frostbeständighet, permeabilitet, tjällyftningsegenskaper samt värmeledningsförmåga och skapa samsyn och handledningar inför deklarerat av funktionella egenskaper. Detta kan ske genom ett utvecklingsprojekt.
- Studera ovanstående funktionsegenskaper med avseende på kornstorlek och ta fram metoder eller justera där det finns behov för exempelvis grövre material (> 30 mm) inom ramen för ett utvecklingsprojekt. Detta inkluderar stabilitets- och styvhetsbestämningar. Detta kan innebära att:
  - ta fram en större triax-utrustning för att ta reda på långtidsegenskaper
  - utvärdera att använda fallvikt, CBR och statisk plattbelastning för att verifiera styvhet i fält
  - utvärdera långtidsegenskaper hos oprövade material
- Studera metoder för kemisk vittring och föreslå och/eller utveckla en metod för svenska marknaden. Detta kan ske genom ett utvecklingsprojekt
- Frys/tö-nedbrytning finns med i produktstandarden som egenskap som kan deklarerat. Det finns behov att se över olika metoder. Detta kan ske inom ramen för ett utvecklingsprojekt.
- Olika varianter av halvbundna lager och material kan vara alternativ till obundna lager i en anläggningskonstruktion. Det finns behov av att studera varianter av halvbundna lager och material inom ramen för ett utvecklingsprojekt för att komplettera de produktstandarder för hydrauliskt bundna material finns.

- Reda ut vad som är tillräcklig permeabilitet för ett material och sätta kravnivåer samt se över vilka provmetoder som finns. Detta kan ske inom ramen för ett utvecklingsprojekt.
- Uppdatera AMA och anpassa efter cirkulära material både med avseende på materialkrav och utförandekrav.
- Se över upphandlingsrutiner inom ramen för ett utvecklingsprojekt. Detta innefattar hur olika lösningar kan värderas utifrån hållbarhet för att kunna optimera även mot denna parameter.

## Referenser

Hermelin, K. 2022. Motivet för TRV:s kravställning på obundna överbyggnadslager. Asfaltskolan, Presentation på Metoddagen 2022.

Svensson, J. 2015. Styvhetsanalys av vägkonstruktioner. Department of construction sciences, Geotechnical engineering, Lund University

TRV 2014. Alternativa material för vägkonstruktioner. TDOK 2013:0532 Version 1.0

TRV 2017. Obundna material för vägkonstruktioner. TDOK 2013: 0530 Version 3.0

TRV 2022. TRVINFRA-00224 Vägöverbyggnad.

AMA 23: AMA Anläggning 23, Svensk byggtjänst.

Från grind till grind; Hur skapar vi cirkulära ballastprodukter”. SBUF-projektet 14201

Cirkulära materialflöden i anläggningskonstruktioner End of waste kriterier”. SBUF-projekt 13992.

Cirkulär hantering av massor i bygg- och anläggningsprojekt. SBUF-projekt 13487

Entreprenörsråd för en hållbar masshantering” (SBUF-projekt 13985)

”Masshantering – indikatorer och nyckeltal för incitament för reducerad klimatpåverkan vid upphandling” (VTI-rapport 1154).

Sekundära ballastprodukter (SBUF-projekt 14002).

Brinkhoff P. och Ek K., 2015: Miljöklassning av mark- och anläggningsprojekt i Sverige med CEEQUAL - två fallstudier (SBUF-PROJEKT 12609)

Absér S, 2017: Hållbara anläggningsprojekt från start till mål - Krav och uppföljning som matchar. (SBUF-ROJEKT 13205)

Sofie Absér S. och Johansson R.: Utveckling av HCA - Utökad branschdelaktighet och geografisk spridning (SBUF-PROJEKT 13051)

Brinkhoff P och Garção R., 2015: Tänk efter före! -En metodik för framtida mer hållbara mark- och anläggningsprojekt (SBUF-PROJEKT 12870)

Brinkhoff P. 2014:Hållbar efterbehandling inför byggande på förorenade områden (SBUF-PROJEKT 12119)

Brinkhoff P, 2014; Projektriskbedömning av efterbehandlingsåtgärder inför byggande på förorenade områden (SBUF-PROJEKT 12960).

# Bilaga 1



Figur 1 Översikt över några av de koder och rubriker som berör masshantering och som vidare beskrivs i denna vägledning. Anm. rubrikerna är delvis förkortade.

Figur B1. Beskrivning av hur AMA-koder hänger ihop. Bild hämtad från Hantering av massor, vägledning Anläggning AMA 23.

## Bilaga 2

### Workshop 2023-03-27

#### Bakgrund

För att klara uppställda målsättningar kring klimat och resurshushållning i samhället inklusive beställare och entreprenörer, behöver förutsättningarna att använda cirkulerade återvunna material bli bättre. Det måste finnas ekonomiska incitament och goda förutsättningar ur ett entreprenörsperspektiv. Detta går i linje med EU-taxonomin, som bland annat ska driva mot hållbara ekonomiska investeringar och där övergång till cirkulär ekonomi är en viktig del för att uppnå klimatneutralitet 2045. Det finns därför förutsättningar för att cirkulära, återvunna material ska kunna ersätta jungfruligt material från bergtäkter i de obundna lagren i anläggningskonstruktioner.

Det cirkulära materialet kan bestå av tidigare använda krossprodukter, naturgrus och andra typer av schaktmassor, rivningsbetong, returafalt med mera. Utmaningarna med dessa material är många. De kan innehålla ämnen som begränsar användningen och kan även komma att betraktas som avfall, vilket kräver särskilda hanteringsrutiner innan de kan gå ut på marknaden. Ur ett tekniskt perspektiv har materialproducenterna å ena sidan en utmaning att förädla de återvunna materialen till produkter att bygga upp anläggningskonstruktioner med. Anläggningsentreprenörerna får å andra sidan nya typer av material att hantera. Det är inte säkert att ett återvunnet material går att lägga ut och packa på samma sätt som ett jungfruligt material.

Dagens regelverk kring materialkrav och dimensionering av anläggningskonstruktioner bygger mycket på empiri. Funktionella egenskaper, som är av intresse vid dimensionering är elastiska och permanenta deformationer men även permeabilitet och tjällyftningsegenskaper är av vikt. Man vet av erfarenhet hur dessa funktionella egenskaper är på jungfruliga material om dessa uppfyller de krav som ställs på kornstorleksfördelning och hållfasthet etcetera (Hermelin 2022), verifieras genom resultat på materialanalyser i laboratorium. Detta medför därför att funktionsprovning av obundna material sällan förekommer och återspeglas i aktuella regelverk (TrV 2014, 2017 och 2022).

De undersökningar av funktionella egenskaper som trots allt finns att tillgå är laborietester (exempelvis triaxialprovning). Som utförandekontroll av utlagt och packat obundet lager görs fältmätningar genom exempelvis statisk plattbelastning (Svensson 2015). Den bärighet som det testet tar fram kan efterlikna en form av funktionstest, men ger ingen fullständig bild av de funktionella egenskaperna.

Då dimensionering och funktionella egenskaper till stora delar bygger på empiri måste de återvunna, cirkulerade materialen förädlas så att de efterliknar de jungfruliga

materialen (krossat berg) i så hög grad som möjligt. Detta kan ge en kostsam förädlingsprocess innefattande bortsortering av material eller materialinblandningar, där mycket material kan gå till spillo. För att optimera miljönyttan och resurseffektiviteten som Naturvårdsverket eftersträvar (Naturvårdsverket 2022) behöver förädlingsprocesserna förenklas och mer cirkulärt material komma till användning (ej sorteras bort). Detta skulle då medföra att funktionen och dimensioneringsförutsättningarna kommer att skilja sig åt jämfört med de för jungfruligt material.

Om det skulle vara möjligt att frångå de materialspecifika beskrivande kraven utan i stället utgå från funktionskrav skulle de cirkulära materialen inte behöva helt efterlikna jungfruligt material. Ökar kunskapen kring hur de cirkulära materialen ska läggas ut och packas för att uppnå bästa funktion blir resursutnyttjandet ännu mer effektivt. Detta skulle också premieras i de projekt som använder miljöcertifieringssystemet CEEQUAL. Dagens regelverk behöver gås igenom för att se vilka möjligheter det finns att gå mot mer bestämning av funktionsegenskaper i stället för specifika materialegenskaper.

## **Workshop**

Workshopen hade som syfte att ta reda på vad som behövs för att kunna använda alla typer av tillgängliga obundna material på ett ur klimatsynpunkt och resurseffektivt sätt med förutsägbar funktion och livslängd och reda ut vad vi kan göra redan idag och vad vi behöver utveckla för att nå detta.

Workshopen ägde rum fredagen 17 mars kl 12.30-15.30. Deltagarna var både från beställarsidan och entreprenörsidan samt från forskningsinstitut. Professionerna hos deltagarna var inom klimat- och hållbarhetsområdena, materialförsörjning, materialteknik och konstruktionsteknik samt produktion.

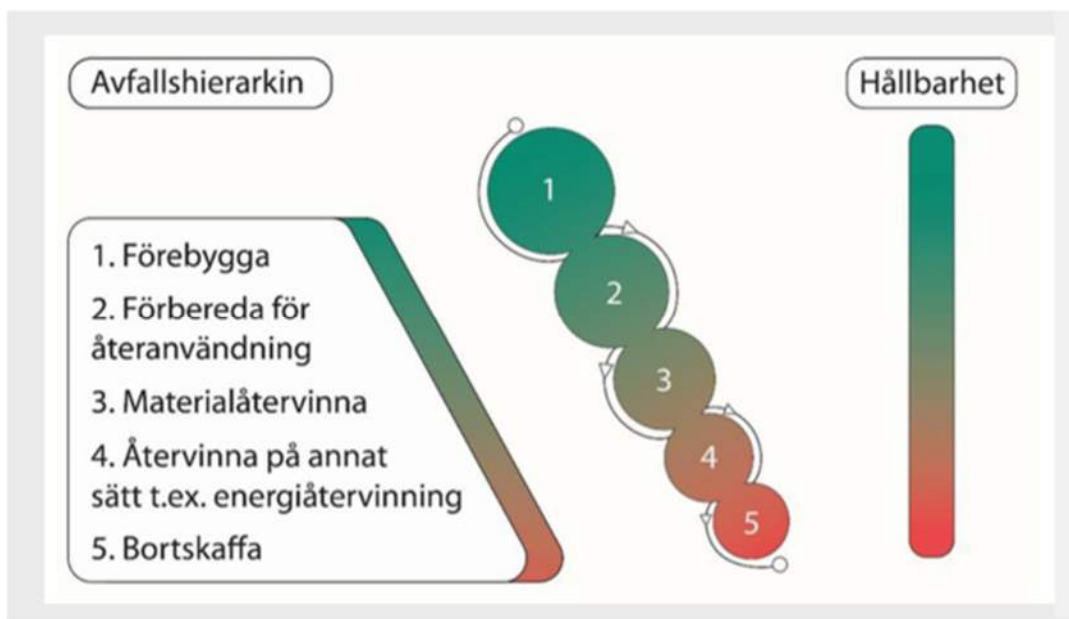
Workshopen inleddes med en inledande presentation av de mål som finns uppsatta i samhället kring klimat och resurshushållning. Detta ger bakgrunden till varför cirkulära material och massor som uppkommer i samband med entreprenadprojekt behöver komma till användning i större omfattning än idag. I detta samman är det viktigt att materialen används så resurseffektivt som möjligt och att lämpligt material används på lämpligt ställe.





Figur 1. Trafikverkets klimattappa.

Avfallshierarkin beskriver detta tanke sätt. För att kunna bedöma lämpligaste alternativen för materialanvändningen ur klimat- och resurssynpunkt behöver dessa kunna värderas på lämpligt sätt. Detta kan ske genom livscykelanalyser i olika värderingssystem. Workshopen innehöll dock inte någon djupare diskussion kring detta ämne.



Figur 2. Avfallstrappan.

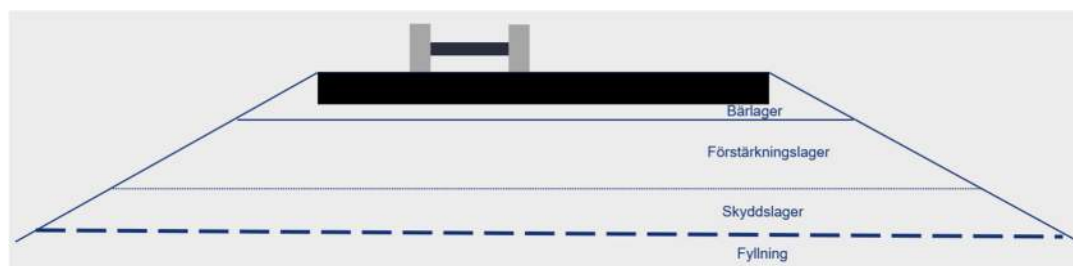
En utmaning i värderingen av användningsområden för cirkulära material och massor som uppkommer i samband med entreprenadprojekt är den empiri som dimensionering och de materialegenskaper som dimensioneringsmetodiken i många fall bygger på idag. Konstruktionerna består av en viss lageruppbyggnad och de specifika deformationsegenskaper respektive lager har, bygger på att de ingående materialen har specifika materialegenskaper. De specifika materialegenskaperna bygger till stora delar på användandet av jungfruliga material. Ska cirkulära material fungera i detta sammanhang måste dessa i möjligaste mån efterlikna de jungfruliga materialen. Är

detta inte möjligt eller blir för kostsamt både ur ekonomiskt och resursmässigt kan inte materialen användas på ett effektivt sätt. Skulle det vara möjligt att värdera funktionen av materialet och anpassa konstruktionen därefter så skulle eventuellt mer material komma till användning på ett effektivare sätt, vilket är det stora målet med det aktuella utvecklingsprojektet.

Efter denna introduktion fortsatte workshopen med två olika pass kring vilka möjligheter det finns idag att använda cirkulära material och massor från entreprenadprojekt samt vad vi skulle vinna på att använda mer funktionella krav och vad som skulle krävas för att övergå till dessa. De två olika passen beskrivs nedan. Presentationsmaterialet till workshopen återfinns i Bilaga 3.

### Pass 1 - Vad kan göras inom ramen för dagens regelverk

I dagens regelverk finns det möjligheter att använda material som uppkommer i samband med entreprenadprojekt i delar av en konstruktion.



Figur 3. Exempel på typkonstruktion som det ser ut idag.

För att belysa detta inleddes passet med en genomgång vad AMA Anläggning 2020, TDOK 2013:0530 Obundna lager i vägkonstruktioner, TDOK 2013:0532 Alternativa material samt Trafikverkets upphandlingsrutiner. Även VTI Rapport 1154 "Masshantering – indikatorer och nyckeltal för incitament för reducerad klimatpåverkan vid upphandling" användes som underlag.

Schaktmassor uppkomna i samband med anläggningsprojekt är användbara. I bland annat AMA Anläggning så framgår det att så länge den organiska halten i en schaktmassa är lägre än 2% så är det möjligt att använda materialet i en fyllning under väg ned till materialtyp 5A, exempelvis en siltig lermorän. I en konstruktion där förstärkningslagertjocklek är dimensionerad till att vara större än 420 mm, kan den del som överskrider 420 mm bytas ut mot ett skyddslager. Detta lager kan då bestå av materialtyp 1 och 2 (exempelvis sandmorän). Förstärkningslager eller bärlager behöver heller inte bestå av jungfruligt krossat berg utan kan bestå av exempelvis naturgrus eller morän, bara de efter bearbetning uppfyller materialkraven för respektive lager.

Cirkulära material är även de användbara i dagsläget. I TDOK 2013:0532 Alternativa material beskrivs kravspecifikationer för masugnsslagg, betongkross och asfaltgranulat för användning i fyllning, förstärkningslager respektive bärlager samt att AMA Anläggning hänvisar till detta dokument. Det finns även framtagna ingångsdata för dimensionering.

Funktionskrav förekommer även i dagens regelverk. En typ av funktionskrav i form av bärighet (styvhet på ett överbyggnadslagers överyta) uppmätt genom statisk plattbelastning används idag för kontroll av utförande. Både AMA Anläggning och TDOK 2013:0530 Obundna lager i vägkonstruktioner hänvisar till detta. Där krav på bärighet inte förekommer, finns istället i TRVR Väg rekommenderade bärighetsvärden och möjlighet ges även till att använda lätt fallvikt istället.

Funktionskrav på en konstruktion kan ställas vid upphandling. Handlas en entreprenad upp som en totalentreprenad med funktionella krav kan de funktionella kraven vara krav på konstruktionen i form av sprickor, spår och jämnhet mm). I dessa fall förekommer nästan inga krav på ingående material. Handlas en entreprenad upp som en utförandeentreprenad (eller en totalentreprenad där dimensionering ska ske enligt specifikt regelverk – regelverksstyrd totalentreprenad) kan en entreprenör i sitt anbud alltid föreslå en likvärdig lösning eller alternativt utförande. Grundregeln är emellertid i dessa fall att det funktionella ansvaret flyttas över till entreprenören som föreslagit lösningen. Vid projektering och upphandling av vägentreprenader är upphandlingsvillkoren enligt lagen om offentlig upphandling (LOU) att om funktionella krav förekommer så är kravställningen fri med avseende på vilka krav som får ställas. Ställs tekniska krav på ingående material, måste detta ställas enligt europastandarder (SS-EN).

Efter inledning om hur regelverken ser ut i dagsläget och vilka möjligheter som finns fortsatte passet med diskussioner i tre grupper med tillhörande redovisning och sammanfattning.

Grupp 1 bestod av fem personer där gruppens kompetenser bland annat bestod i specifika kunskaper om material. Denna grupp diskuterade följande frågor:

- Vad är det som möjliggör/hindrar att utnyttja material i linjen och andra cirkulära material i dagsläget för att utnyttja materialen mest effektivt både gällande terrassmaterial och material i överbyggnaden
  - Värdering och klassificering av material?
  - Deklarering av material och hantering av tillhandahållet material?

Sammanfattningen för grupp 1:s diskussion blev:

- Naturvårdsverkets vägledning kring hur avfallsdefinitionen kan tillämpas för massor som uppkommer i samband med exploatering talar om att massor kan upphöra att vara avfall (End of Waste-förfarande) och istället ses som en resurs om det finns en säkerställd avsättning, teknisk kvalitet (kvantifierbart och mätbart) på massorna och att det finns en miljöteknisk kvalitet på massorna.
- Regelverk kring avfall och tillståndsbedömningar och de miljömässiga förutsättningarna ses ändå som ett hinder i dagsläget. Det finns ingen praxis hur detta ska hanteras och End of Waste-processen när ett avfall upphör att vara avfall är oklar.
- Ett stort hinder är också den osäkerhet som finns hos materialtillverkarna kring cirkulära material. Vad kan materialen användas till och vad får de användas till? Behöver de deklarerars och hur kan de beskrivas? I många fall saknas kunskap vilket hindrar en användning. En nyckel kring deklareringen är provningsstandarderna SS-EN 933-11 och hur denna hanteras och tolkas på rätt sätt.
- Den tekniska kvaliteten behöver uppdateras på materialen för att dessa ska kunna fungera i många fall. Den tekniska kravställningen bygger på användandet av jungfruligt material. AMA Anläggning behöver därmed uppdateras.

- Det måste också finnas ett sug efter produkterna på marknaden. När det gäller asfaltgranulat är tydligheten större men det har tagit många år att komma tid. Här är det ekonomiska incitamentet även större. Hur hittar vi incitament för cirkulering av obundna material? I vissa fall finns det redan ekonomiska incitament om man "utnyttjar" deponeringsavgifter och pris i kalkylen.

Grupp 2 bestod av sex personer med erfarenheter från upphandlingssituationer. De diskuterade följande frågor:

- Vad är det som möjliggör/hindrar att utnyttja material i linjen och andra cirkulära material i dagsläget för att utnyttja materialen mest effektivt både gällande terrassmaterial och material i överbyggnaden
  - Projektering och upphandlingsdokument
  - Entreprenadformer, likvärdiga lösningar och alternativa lösningar och ansvar?

Sammanfattningen för grupp 2:s diskussion blev:

- Entreprenören kan alltid lämna "en likvärdig lösning" och lämna anbud på totalentreprenader med funktionella krav. Problemet är att det funktionella ansvaret flyttas över till entreprenören vilket gör att Entreprenören står med en risk och osäkerhet. Entreprenören måste driva sin verksamhet med lönsamhet för sin existens skull. Man är inte benägna att ta risker som de ej kan se utfallet från. Man jobbar med riskminimering.
- Det är spännande med möjligheten att lämna anbud på likvärdig lösning men ansvarsfrågan är svår och entreprenören är inte så riskbenägen. Det tar mycket tid, kraft, energi och är kostnadskrävande att ta fram anbud, vilket bortkastat ifall anbudet med den likvärdiga lösningen blir förkastat. Kompetens behövs både hos konsult och beställare att kunna värdera anbud. Entreprenören behöver också veta vilka egenskaper som är viktiga.
- Förfrågningsunderlagen behöver bli mer styrda så att alla lämnar anbud på samma sak och därmed få mer likvärdig konkurrens. Krav bör ställas på cirkularitet utan att risken faller tungt på Entreprenörerna. Frågeställningar

kring detta är om det ska stå att klimatpåverkan ska minskas eller att återvunna material måste användas? Hur ska värdering av klimatpåverkan då ske?

- Finns tankar hos beställare och projektör kring alternativa lösningar, som är bättre ur klimat och resurshänsyn samt där det finns incitament för återvinning/cirkulärhantering, är det bra om de redan kan finnas med i förfrågningsunderlaget. Tidsbrist och att anbud kostar mycket att ta fram för entreprenörerna gör att man inte tar fram sådant själva. Även tidsbrist under byggtiden gör att det är svårt att ta till alternativa lösningar som inte är så beprövade och medför längre byggtider och att det är dyrt att åtgärda fel. Man behöver generellt jobba fram "säkra" gröna lösningar där det finns kunskap om hur dessa skall provas. Den gröna lösningen skall vara ett alternativ och den lösning som efterfrågas. Upphandlingen bör vara styrd mot cirkularitet. Entreprenören vågar inte ta risken själv. Här borde beställaren även gå från att titta på lägsta initialkostnad till att se på hela livscykelkostnaden (LCC).
- Entreprenörerna verkar givetvis för ett bättre samhälle gällande klimat- och miljömål. I många fall driver näringslivet frågan framåt i högre utsträckning jämfört med beställarsidan (offentliga beställare). Som företag är det viktigt att vara med och utveckla produkter där vi är med och bidrar till en hållbar samhällsutveckling.

Grupp 3 bestod av fem personer med erfarenheter från dimensionering bland annat. De diskuterade följande frågor:

- Vad finns det för hinder/möjligheter ur ett dimensioneringsperspektiv när mer cirkulära material (men med kända materialegenskaper) används?
- Finns det möjlighet att använda sig av aktiv design i upphandlingar och är det möjligt att tunna ut eller tjocka på ovanliggande konstruktion beroende på bärlast på terrass samt obundna lager?

Sammanfattningen för grupp 3:s diskussion blev:

- I samband med projektering behöver materialegenskaper bestämmas. Störst osäkerhet ligger kring hur urlakning och beständighet ska kontrolleras. Vittring har vi ingen provmetod för och till exempel sulfidberg är inte helt beständigt varken kemiskt och tekniskt. Miljömässiga parametrar är svårare överlag att definiera.
- Det är en utmaning är att testa material med större stenstorlek oavsett funktionsegenskap. Det finns begränsningar av tillgängliga testutrustning både geografiskt och antal. Någon enstaka större triaxutrustning finns för att analysera grövre material (KTH).
- Det går att visa att materialen är likvärdiga teknisk upp till stenstorlekar motsvarande bärlager, därefter blir det svårt. En del egenskaper går att bestämma via provvägar och verifiera via fallviktsmätning men det är tidskrävande och kostsamt. Långtidsegenskaper kan utvärderas via provvägar (mest i tidigt skede för att lära sig). Det är svårt att åberopa AMA. AMA behöver kompletteras med nya utförandebeskrivningar dessutom. Idag förekommer mycket erfarenhetsvärden kring beskrivande egenskaper kopplat till funktionella egenskaper, vilket gör det svårt att ta in och använda nya typer av material.
- Ekonomiskt driv saknas i Sverige. I exempelvis Holland fanns för många år sedan återvinningscentraler för sortering av cirkulära material. Här finns ett annat ekonomiskt driv på grund av bristande materialtillgångar på jungfruligt material.
- Vid likvärdiga egenskaper kan PMS Objekt användas vid dimensionering. Att verifiera likvärdiga egenskaper kan vara eller är ett hinder. Fråga är hur likvärdiga egenskaper ska definieras och bevisas.
- Vid dimensionering så kan man inte dimensionera direkt mot en deformation (innehåller ingen sådan modul eller beräkningsresultat) i PMS Objekt. I ERA-pave däremot ingår deformationsberäkningar vilket öppnar upp en möjlighet att använda cirkulära material. Sannolikt är det i dagsläget vid DK3-dimensionering som det kan vara aktuellt att använda cirkulära material.
- För 20 år sedan gjordes arbetet med att ta fram specifikationer för alternativa material med beskrivande egenskaper som grundar sig på analys och verifiering av bakomliggande funktionsegenskaper (på samma sätt som

läget är för jungfruliga material idag). Detta gäller materialen krossad betong, slaggrus/hyttsten (masugnsslagg) och asfaltgranulat. De alternativa materialen måste uppfylla de kravspecifikationer som finns för dem. Materialen beskrivna i TDOK Alternativa material har en koppling till dimensionering men inga "nya" material utöver det. De behöver gå igenom samma procedur som när Alternativa material skrevs (underförstått funktionsegenskaper behöver bestämmas).

- Det som är framkomligt idag är att de cirkulära materialen måste vara lika bra som de jungfruliga eller alternativa materialen.

## **Pass 2 – Vad kan vi vinna med Funktionella krav**

Nästa pass handlade om vad vi kan vinna med om vi skulle använda oss av funktionella krav. Passet inleddes med en beskrivning av vad som är och kan vara funktionella krav samt funktionsegenskaper och hur dessa skiljer sig från beskrivande krav eller specifika krav på materialet.

Ett beskrivande krav på ett material beskriver specifika materialkrav. Dessa är i dagsläget enligt regelverken:

- Kornkurva
- Finmaterialhalt
- Glimmerhalt
- Finmaterialkvalitet
- Organisk halt
- Krossytegrad.

För att förhindra mekanisk nedbrytning finns även krav på:

- Nötningsbeständighet (microDeval)
- Krossning (LA)

De två sistnämnda kraven kan betraktas som funktionella krav till viss del då nötning och krossning av materialen kan förekomma i en konstruktion vid trafikbelastning eller i samband med uppbyggnad av den.

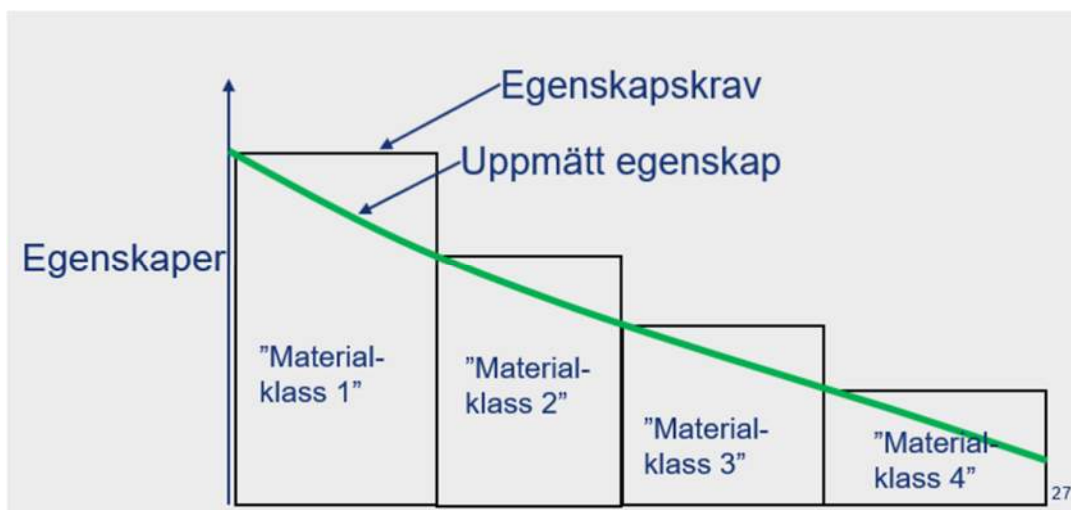
När nya material introduceras behöver man utreda vilka beskrivande krav som ska ställas på olika "typmaterial" av de nya materialen. Detta genomfördes exempelvis för krossad betong, masugnsslagg och asfaltgranulat på 90- och 00-talet.



Laboratorieprovning (Triax mm) samt provvägar konstruerades och erfarenheter hämtades in för att kunna koppla specifika beskrivande egenskaper till en funktion och för att ta fram indata användbar vid dimensionering. Fördelen med detta förfaringsätt är att det blir enkelt att hantera i en upphandlingssituation. I upphandlingsdokumenten kan specifika materialkrav ställas på de nya materialen. Nackdelarna blir dock att det kräver mycket arbete och resurser (pengar) och tar lång tid samt att det blir ganska oflexibelt.

Att ställa funktionskrav eller ta reda på ett materials funktionsegenskaper är ett alternativ när nya material ska användas utan tidigare erfarenhet (istället för att gå omvägen att koppla specifika beskrivande materialkrav till en funktion beskrivet ovan).

Funktionella egenskaper är också relevant att använda i syfte kunna använda material så resurseffektivt som möjligt och utnyttja materialens potential på mesta möjliga sätt. Material klassas exempelvis efter användningsområde i vägkonstruktionen som bärlager, förstärkningslager, skyddslager och fyllning, som i sin tur kan bestå av olika materialtyper. Klarar exempelvis ett material inte ett specifikt beskrivande krav som ställs på det användningsområdet (exempelvis nötningsbeständighet) måste användningsområdet bytas till ett annat. Materialet kanske då har egenskaper som klarar exempelvis nötningsbeständighetskravet med stor marginal för det nya användningsområdet. Skulle istället de funktionella egenskaperna kunna bestämmas och konstruktionen anpassas till dessa, utnyttjas materialets potential mer optimalt som exemplet visar i Figur 4.



Figur 4. Skillnad i att dela in material i klasser utgående från beskrivande krav i stället för att utgå från den uppmätta egenskapen.

Ett funktionellt krav kan ställas på antingen ingående material alternativt ett materiallager eller på en hel konstruktion (byggnadsverk). Stabilitet och styvhet är

exempel på material- eller materiallagerkrav. Spår djup och jämnhet är exempel på krav på en konstruktion eller byggnadsverk.

Funktionella krav ställs på byggnadsverk (vägkonstruktioner) i samband med upphandling av exempelvis totalentreprenader med funktionella krav. De funktionella kraven på konstruktionen kan exempelvis vara:

- Spårbildning
- Jämnhet
- Sprickfrihet
- Friktion
- mm.

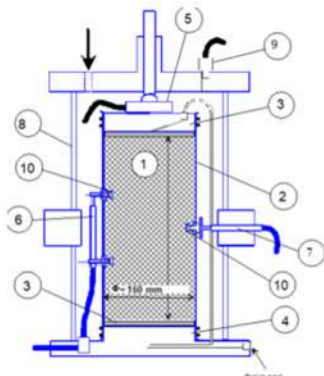
Fördelen med att ställa funktionella krav på konstruktionen vid totalentreprenader har varit att det ger en stor frihet till entreprenören för materialanvändning. Nackdelarna har varit att ansvaret för kraven på materialen flyttas från beställaren till entreprenören samt att det krävs långa garantitider, helst 15-20 år. Dessutom innebär detta fler svårigheter för mindre entreprenörer.

Alternativet till att beskriva funktionen på en konstruktion är att beskriva funktionen på de olika materiallagren eller materialen. De sex viktigaste funktionella egenskaperna för obundna material överbyggnadskonstruktioner och fyllningar är:

1. Styvhet för att ge bra stöd för beläggning sprida lasten på terrassen
2. Stabilitet för att materialet/lagret inte deformeras av trafik (spår)
3. Beständighet för att materialet inte ska brytas ner av klimat och last
4. Permeabilitet för att vatten ska kunna dräneras ut
5. Tjällyftningsegenskaper så att inte material blir för tjällyftande
6. Tjälisolering så att materialet genererar "lagom" frosthalka och tjälskydd

De funktionella egenskaperna måste kunna kravställas för att bli upphandlingsbara. För detta måste det finnas en lämplig provmetod för att bestämma egenskapen och en kravgräns. För de olika funktionella egenskaperna är statusen just nu att för:

- Permeabilitet finns det metoder men dessa är inte standardiserade (EN)
- Tjällyftningsegenskaper finns det metoder men dessa är inte standardiserade (EN)
- Tjälisolering finns det metoder i form av att mäta värmeledning
- Styvhet finns Triax och andra laboriemetoder. I fält kan man utföra provning med statisk plattbelastning eller fallvikt samt även genomföra rullande bärighetsmätning



- Stabilitet finns Triax samt indirekta metoder som CBR eller DCP
- Beständighet som kan delas in i:
  - Mekanisk beständighet där materialet inte ska brytas ner av last (trafik) och här är nötning och krossning intressant. För detta finns provningsmetoderna microDeval och LA
  - Kemisk beständighet/beständighet mot vittring där materialet inte ska inte vittra. För detta saknas provningsmetoder
  - Frostbeständighet där materialet ska klara frost/tö växlingar och för detta finns provningsmetod för ballast

De funktionella egenskaperna bör även kopplas ihop med dimensioneringssystemen. Detta leder till att man kan anpassa konstruktionen till tillgängliga material. Kraven på materialen blir då mera objektsspecifika. Vissa egenskaper saknar dock koppling till morgondagens dimensioneringsystem (beständighet, permeabilitet och värmeledning/frosthalka) som dessa ser ut just nu.

En framkomlig väg mot ett mer funktionsbaserat arbetssätt är att materialleverantören deklarerar funktionella egenskaper för materialet. Det levererade materialet deklareraras och beskrivs enligt SS-EN-metoder med beskrivande egenskaper tillsammans med utförandeansvisningar. Kontroll på levererat material/lager görs mot beskrivningen av materialet.

Efter inledningen med beskrivningen om vad vi skulle kunna göra om vi regelbundet skulle använda oss av funktionella krav, fortsatte passet med diskussioner i samma tre grupper som tidigare med tillhörande redovisning och sammanfattning.

Grupp 1 diskuterade följande frågor:

- Hur mäta funktionsegenskaper och vilka?
- Vad kan vi redan idag och vad behöver vi utveckla – vad är viktigast på kort och lång sikt?

Sammanfattningen för grupp 1:s diskussion blev:

- Sammanställningen av funktionella egenskaper ovan är bra. Det kan behövas nya metoder men de existerande metoderna behöver utföras på ett korrekt och föreskrivet sätt i hela branschen så att provningsförfarandet säkerställs.
- Behöver vi utveckla nya metoder och går det att utföra metoder enklare? Här måste vi provas oss fram och utvärdera. Materialklasserna i AMA är begränsande som det är idag. Här behövs en rejäl arbetsinsats.
- Vi behöver sammanställa vilka metoder som behövs och ta fram bra metodbeskrivningar (eller sammanställa de som finns) – exempelvis för Triax.
- Ny metod behövs för kemisk vittring (accelererat försök). En omvärldsbevakning behövs här, exempelvis höra med VTI:s systerorganisationer och se över internationellt vilka materialkrav som behöver ställas.
- Frostbeständighetsprovning genomförs i Italien och det går att få inspiration från andra Europastandarder.
- Vi kan behöva titta även på halvbundna material, där även stabilisering ingår samt inblandning av asfaltgranlutat i obundna lager. Stabiliserade material finns det mycket kunskap om i Europa.
- Vi behöver differentiera användningen, dvs ställa olika materialkrav på olika typer av vägar (högtrafikerat och lågtrafikerat samt cykelbanor). Alla material behöver inte hålla högsta standarden. Rätt material på rätt plats och optimering av konstruktionen.
- Materialkvalitet och funktionen kan påverka dimensioneringen och det är viktigt att funktionsegenskaperna som mäts upp kan användas som indata till

dimensioneringen

- Det finns för närvarande inget särskilt metodutskott för cirkulära material utan dessa frågor ingår för närvarande i obundna material.

Grupp 2 diskuterade följande frågor:

- Hur beskriva en funktionsegenskap så att den blir upphandlingsbart?
  - Ställa krav på lager/material eller på konstruktionen/byggnadsverket?
  - Deklarera funktionella egenskaper (typprovning)?
- Vad kan vi redan idag och vad behöver vi utveckla – vad är viktigast på kort och lång sikt?

Sammanfattningen för grupp 2:s diskussion blev:

- Köpare och säljare behöver prata samma språk och AMA behöver förtydligas. Någon typ av standardiserade materialklasser behövs. AMA behöver även uppdateras så att det tydligare stöder grön upphandling.
- Så fort det blir otydligt ökar riskerna och allt blir mer oförutsägbart. Tiden springer iväg vid anbudsgivning och man hinner inte ta fram bra lösningar. Regelverken är även för stora och det är svårt att avgöra vad som är rimligt att ta fram. Vi behöver därför standardisera. Det går inte att komma fram om vi inte har mer standardiserade metoder, alla osäkerhetsmoment måste bort. Om det är för otydligt så blir detta en risk. Entreprenörens uppgift är att riskminimera. Man vågar inte ta risker det tar för mycket tid och kostar pengar.
- Byggtiden behöver i större utsträckning anpassas efter tillgängliga material. Förr fick vägen ligga till sig lite. För att kunna tillgodogöra sig cirkulära material behöver byggprocessen även anpassas inte bara utifrån den ekonomiska kalkylen. Att läget inte är så nu beror på den samhällsekonomiska kalkylen. Ju fortare än väg kan trafikeras, desto bättre. Gamla vägar som funnits länge och har satt sig på ett bra sätt och en bra produkt skapas.

- Det måste finnas grundkrav i upphandlingarna med mål på andel cirkulärt material. Nästa steg där efter blir att ställa krav på funktionsegenskaper. Här måste det finnas incitament för att ta dyrare provningskostnader för att verifiera och ta reda på nya egenskaper, så att man inte väljer jungfruliga i alla fall.
- Det behöver finnas tydliga krav kopplat till cirkularitet i upphandlingen, tex 50% cirkulära material. Ett problem är idag att man styr mot klimat och inte resurs. Detta innebär att inte den cirkulära masshanteringen lyfts tillräckligt. Vi behöver jobba klimateffektivt men även resurseffektivt. Nyttjande av nytt bergmaterial är väldigt resurskrävande.
- Upphandlingarna behöver utformas så att det skapas ett "sug" efter cirkulära produkter. Detta medför att det skapas resurser för att testa dessa material. Det behöver finnas en affär, ett incitament för att entreprenörer skall avsätta medel för att ta fram "säkra" testade cirkulära produkter.

Grupp 3 diskuterade följande frågor:

- Hur använda funktionsegenskaper vid dimensionering?
- Vad kan vi redan idag och vad behöver vi utveckla – vad är viktigast på kort och lång sikt?

Sammanfattningen för grupp 3:s diskussion blev:

- Delvis används funktionella egenskaper redan idag men vi saknar vissa materialegenskaper. PMS Objekt har inte heller alla materialtyper (nya typer av material). I ERA-Pave finns fler materialegenskaper som kan användas. Beräkningshjälpmedel finns.
- Hur ska nya material och egenskaper kunna verifieras över tid. De 6 funktionsegenskaperna listade ovan är det inga problem med material finare än 32 mm. Frågan är hur man ska mäta funktionsegenskaper på ett förstärkningslagermaterial exempelvis.
- Mekaniska beständigheten går att bestämma i dagsläget. Kemisk vittring är svårare. Permeabilitet är möjlig att bestämma och även tjällyftningsegenskaper.

- På kort sikt ska ERA-Pave introduceras, testmetoderna för de 6 funktionsegenskaperna definieras, ta reda på hur styvhet och stabilitet för F-lagermaterial kan bestämmas.
- På lång sikt behöver en gemensam plattform för DK och likvärdig egenskap tas fram samt möjligheten att ta fram en större triax. Långtidsegenskaper behöver också analyseras och resonera om när ett material är "Good enough". Spänningsberoende i materialegenskaper och dimensioneringshänsyn.
- Av de funktionella egenskaperna som kan komma på fråga (styvhet, stabilitet, beständighet, tjällyftningsförmåga, värmeledningsförmåga, mekanisk vittring, kemisk vittring och frostbeständighet, är stabilitet viktigast och kemiskt vittring svårast att bestämma. Beständighet behöver studeras över tid (dimensioneringsperioden). Det finns metoder för att bestämma frostbeständigheten (frys/tö-egenskaper) på material men inte på lager.
- En framkomlig väg är att deklarerera funktionsegenskaper och beskrivande egenskaper samt komplettera med utförandeanvisningar. Levererat material kontrolleras mot beskrivningar av materialet.
- För de 6 identifierade funktionsegenskaperna gäller just nu:
  - Styvhet – finns metoder som
    - Triax för material mindre än 30 mm
    - Fallvikt
    - CBR
    - DCP
    - Statisk plattbelastning
  - Stabilitet
    - Triax
  - Beständighet
    - Mekanisk och frostbeständighet finns metoder
    - Kemisk vittring – saknas metoder
  - Permeabilitet – finns metoder

- Tjällyftningsegenskaper – finns metoder
- Värmeledningsförmåga – finns metoder
- Viktigast att göra på kort sikt:
  - Lansera ERA-Pave
  - Definiera testmetoder för de 6 funktionella egenskaperna
    - Styvhet och stabilitet på material mindre än 30 mm
    - Beständighet mekanisk och frostbeständighet
    - Värmeledning
    - Tjällyftning på material mindre än 30 mm
    - Permeabilitet samt reda ut vad som är tillräcklig och vilka kravnivåer som ska användas
- Viktigast att göra på lång sikt
  - Metod för att bestämma beständighet i form av kemisk beständighet och vittring (metod för detta)
  - Reda ut vad som är tillräcklig permeabilitet
  - Definiera vad som är en likvärdig lösning enligt DK3-dimensionering
  - Undersökningsmetodik för stabilitets- och styvhetsbestämning på material grövre än 30 mm – bygga provvägar och/eller större triax-utrustning för att ta reda på långtidsegenskaper.

Workshopen avslutades med en allmän diskussion, vilken summeras nedan:

- I ett senare skede (efter detta projekt) behöver upphandlare involveras för att se över upphandlingsdokument.
- Att material körs iväg och inte används beror många gånger på lagstiftningen och tillsynsmyndigheter.
- Fantasin över vad material kan användas till får inte stoppas .
- Frågeställningen kring cirkulär masshantering är komplex.



- Byggtiden påverkar möjligheterna – samhällskalkylen borde även ta med CO2-kostnaden.

### **Sammanfattning av workshopen**

Efter workshopens genomförande sammanställdes materialet och sammanfattas i följande punkter:

- Regelverk kring hantering med avseende på kemiskt innehåll och deklareringsupplevs som ett hinder för att kunna använda cirkulära material i större omfattning. Avsaknad av praxis kring End-of-Waste-processen ger osäkerhet för materialtillverkarna till vad de cirkulära materialen kan användas till. En nyckel kring deklareringen är provningsstandarden SS-EN 933-11 och hur denna hanteras och tolkas på rätt sätt.
- Den tekniska kravställningen i det tekniska regelverket (exempelvis AMA Anläggning) är anpassat efter användandet av jungfruligt material och behöver därmed uppdateras så grön upphandling stöds på ett tydligare sätt. Även andra materialtyper som halvbundna material, där stabilisering och inblandning av asfaltgranlutat ingår behöver tas med. AMA behöver även kompletteras med nya utförandebeskrivningar i och med att fler olika typer av material ska hanteras.
- Det är en utmaning att hitta incitament för ökad materialcirkulering. I exempelvis Holland fanns för många år sedan återvinningscentraler för sortering av cirkulära material. Här finns ett annat ekonomiskt driv på grund av bristande materialtillgångar på jungfruligt material. I Sverige kan det finnas ekonomiska incitament om man "utnyttjar" deponeringsavgifter och pris i kalkylen.
- Förfrågningsunderlagen vid upphandlingar behöver bli mer styrda så att alla lämnar anbud på samma sak och därmed få mer likvärdig konkurrens. Finns tankar hos beställare och projektör kring alternativa lösningar, som är bättre ur klimat och resurshänsyn samt att det finns incitament för återvinning/cirkulärhantering, är det bra om de redan kan finnas med i förfrågningsunderlaget.
- Det blir problem för entreprenören när det funktionella ansvaret flyttas över till entreprenören vilket gör att man står med en risk och osäkerhet. Det tar mycket tid, kraft, energi och är kostnadskrävande att ta fram anbud för en likvärdig

lösning, vilket är bortkastat ifall anbudet med den likvärdiga lösningen blir förkastat. Kompetens behövs både hos konsult och beställare att kunna värdera anbud. Entreprenören behöver också veta vilka egenskaper som är viktiga. Att deklarerera funktionsegenskaper och beskrivande egenskaper kan öka tydligheten vid upphandlingen. Levererat material kontrolleras mot beskrivningar av materialet.

- Beställaren bör gå från att titta på lägsta initialkostnad till att se på hela livscykelkostnaden (LCC). Ett problem är idag att man styr mot klimat och inte resurs. Byggtiden behöver även i större utsträckning anpassas efter tillgängliga material. Vi behöver också differentiera användningen, dvs ställa olika materialkrav på olika typer av vägar
- Av de 6 identifierade funktionella egenskaperna som kan komma på fråga att använda är stabilitet viktigast och kemiskt vittring svårast att bestämma. För de 6 identifierade funktionsegenskaperna är statusen just nu:
  - Styvhet kan beskrivas genom:
    - Triax för material mindre än 30 mm
    - Fallvikt
    - CBR
    - DCP
    - Statisk plattbelastning
  - Stabilitet kan beskrivas genom
    - Triax
  - Beständighet
    - Mekanisk och frostbeständighet finns det metoder för material men inte för lager.
    - Kemisk vittring saknar metod för att bestämma
  - Permeabilitet finns metoder för
  - Tjällyftningsegenskaper finns metoder för
  - Värmeledningsförmåga finns metoder för

- De existerande metoderna för att bestämma funktionsegenskaper behöver utföras på ett korrekt och föreskrivet sätt i hela branschen så att provningsförfarandet säkerställs. Vi behöver ta fram bra metodbeskrivningar eller sammanställa de som finns, exempelvis för Triax. Det är en utmaning är att testa material med större stenstorlek oavsett funktionsegenskap. En del egenskaper på material med större fraktioner går att bestämma via provvägar och verifiera via fallviktsmätning men det är tidskrävande och kostsamt. Långtidsegenskaper kan utvärderas via provvägar (mest i tidigt skede för att lära sig). Materialkvalitet och funktionen kan påverka dimensioneringen och det är viktigt att funktionsegenskaperna som mäts upp kan användas som indata till dimensioneringen.
- Stor osäkerhet ligger kring hur urlakning och beständighet ska kontrolleras. Vittring har vi ingen provmetod för (speciellt inte accelererade försök). Miljömässiga parametrar är svårare överlag att definiera. En omvärldsbevakning behövs här, exempelvis höra med VTI:s systerorganisationer och se över internationellt vilka materialkrav som behöver ställas. Frostbeständighetsprovning genomförs i Italien och det går att få inspiration från andra Europastandarder.
- Vid likvärdiga egenskaper kan PMS Objekt användas vid dimensionering. Att verifiera likvärdiga egenskaper kan vara eller är ett hinder. Fråga är hur likvärdiga egenskaper ska definieras och bevisas. På lång sikt behöver en gemensam plattform tas fram på hur likvärdig egenskap ska tas fram samt möjligheten att ta fram en större triax. Långtidsegenskaper behöver också analyseras och resonera om när ett material är "Good enough". Spänningsberoende i materialegenskaper och dimensioneringshänsyn är också viktigt. I nuläget kan man inte dimensionera direkt mot en deformation i PMS Objekt. I ERA-Pave däremot ingår deformationsberäkningar vilket öppnar upp en möjlighet att använda cirkulära material. Sannolikt är det i dagsläget vid DK3-dimensionering som det kan vara aktuellt att använda cirkulära material.
- Materialklasserna i AMA är begränsande som det är idag. PMS Objekt har inte heller alla materialtyper (nya typer av material). I ERA-Pave finns fler materialegenskaper som kan användas. Beräkningshjälpmedel finns.
- För 20 år sedan gjordes arbetet med att ta fram specifikationer för alternativa material med beskrivande egenskaper som grundar sig på analys och verifiering av bakomliggande funktionsegenskaper (på samma sätt som läget är för

jungfruliga material idag). Detta gäller materialen krossad betong, slaggrus/hyttsten (masugnsslagg) och asfaltgranulat. Nya material behöver gå igenom samma procedur som när Alternativa material skrevs (underförstått funktionsegenskaper behöver bestämmas).

- Materialklasserna i AMA är begränsande som det är idag. PMS Objekt har inte heller alla materialtyper (nya typer av material). I ERA-Pave finns fler materialegenskaper som kan användas. Beräkningshjälpmedel finns. .
  
- Viktigast att göra på kort sikt:
  - Lansera ERA-Pave
  - Definiera testmetoder för de 6 funktionella egenskaperna
    - Styvhet och stabilitet på material mindre än 30 mm
    - Beständighet mekanisk och frostbeständighet
    - Värmeledning
    - Tjällyftning på material mindre än 30 mm
    - Permeabilitet samt reda ut vad som är tillräcklig och vilka kravnivåer som ska användas
  
- Viktigast att göra på lång sikt
  - Metod för att bestämma beständighet i form av kemisk beständighet och vittring (metod för detta)
  - Reda ut vad som är tillräcklig permeabilitet
  - Definiera vad som är en likvärdig lösning enligt DK3-dimensionering
  - Undersökningsmetodik för stabilitets- och styvhetsbestämning på material grövre än 30 mm – bygga provvägar och/eller större triax-utrustning för att ta reda på långtidsegenskaper.

### **Slutsatser av workshop och åtgärdsförslag**

Cirkulära material i den här workshopen avser både återvunna material som använts tidigare i anläggningsändamål och om schaktmassor som uppkommer i samband med anläggningsprojekt samt rest- eller återvinningsprodukter från annan industri. För att nå klimatmålen som finns uppsatta för samhället måste mängden cirkulära material öka i anläggningsbranschen.

Workshopen visar på att det finns en osäkerhet i branschen över hur de cirkulära materialen kan användas och vad de får användas till. Vid upphandlingar av anläggningsentreprenader finns inte tillräckligt med ekonomiska incitament att byta ut jungfruliga material mot mer cirkulära och riskerna med att ta egna initiativ från

entreprenörshåll anses för stora i och med att entreprenören får hela ansvaret för konstruktionen och dess funktion. Detta gäller framför allt vid utförandeentreprenader där entreprenören föreslår alternativa men likvärdiga lösningar.

I branschen pågår det initiativ och arbete med att ta fram gemensamma End-of-Waste-kriterier för minska osäkerheten om vilka material som kan användas var. Det arbetas även med att ta fram nyckeltal, som ska användas vid upphandlingar, för att öka användningen av cirkulära material.

Vid dimensionering av anläggningskonstruktioner (vägar, hamnar etc) används mycket empiri, som förutsätter att de ingående materialen har kända materialspecifika egenskaper, som kan kravställas med beskrivande krav på exempelvis kornstorleksfördelning och nötningsbeständighet. De beskrivande kraven är framtagna utifrån empirisk kunskap om de funktionella egenskaperna som stabilitet och styvhet etc. Denna empiriska kunskap bygger på användning av jungfruliga material. Ska andra material än jungfruliga material användas saknas kopplingen mellan beskrivande krav och funktionella egenskaper för dimensionering.

För att kunna börja använda cirkulära material i högre utsträckning och på ett optimalt sätt behöver de funktionella egenskaperna kunna bestämmas och kopplas till dimensioneringen. Det finns redan kunskap om vilka funktionella egenskaper som är relevanta, det vill säga styvhet, stabilitet, mekanisk beständighet, kemisk beständighet, frostbeständighet, permeabilitet, tjällyftningsegenskaper samt värmeledningsförmåga. Det finns provmetoder för dessa förutom kemisk beständighet. Metoder för frostbeständighet skulle även behöva utvecklas. De provmetoder som finns är oftast även anpassade till bärlagermaterial (0-32) eller finare material. Metoder eller metodiker behöver utvecklas för grovkornigare material. Även halvbundna eller stabiliserade materials funktionella egenskaper behöver kunna bestämmas.

För de funktionella egenskaper som har metoder för att kunna bestämmas, behöver ett arbete göras med att dels bestämma vilka av metoderna som är mest relevanta och kostnadseffektiva samt därefter rikriktat provningsutförandet i branschen. När detta är gjort kan regelverken justeras så att upphandlingarna kan bli tydligare samt att egenskaperna ska kunna deklarerats i en prestanda och CE-deklaration. För att kunna anpassa konstruktionen för de aktuella tillgängliga materialens funktionella egenskaper kan det nya dimensioneringsprogrammet ERA-Pave användas.

Utifrån slutsatserna från workshopen föreslås följande aktiviteter efter detta projekt:

- Följa upp branschgemensamma initiativ till ökad cirkularitet inom anläggningsbranschen inkluderat framtagande av End-of-Waste-kriterier.
- Påbörja användandet av dimensioneringsprogrammet ERA-Pave
- Göra en översyn av provningsmetoder och standarder för de funktionella egenskaperna styvhet, stabilitet, mekanisk beständighet, kemisk

beständighet, frostbeständighet, permeabilitet, tjällyftningsegenskaper samt värmeledningsförmåga och skapa samsyn och handledningar inför deklarerings av funktionella egenskaper. Detta kan ske genom ett utvecklingsprojekt.

- Studera ovanstående funktionsegenskaper med avseende på kornstorlek och ta fram metoder eller justera där det finns behov för exempelvis grövre material (> 30 mm) inom ramen för ett utvecklingsprojekt. Detta inkluderar stabilitets- och styvhetsbestämningar. Detta kan innebära att:
  - ta fram en större triax-utrustning för att ta reda på långtidsegenskaper
  - utvärdera att använda fallvikt, CBR, DCP och statisk plattbelastning för att verifiera styvhet i fält
  - bygga provvägar och utvärdera långtidsegenskaper
- Studera metoder för kemisk vittring och föreslå och/eller utveckla en metod för svenska marknaden. Detta kan ske genom ett utvecklingsprojekt
- Frys/tö-nedbrytning finns med i produktstandarden som egenskap som kan deklarerar. Det finns behov att se över olika metoder. Detta kan ske inom ramen för ett utvecklingsprojekt.
- Olika varianter av halvbundna lager och material kan vara alternativ till obundna lager i en anläggningskonstruktion. Det finns behov av att studera varianter av halvbundna lager och material inom ramen för ett utvecklingsprojekt för att komplettera de produktstandarder för hydrauliskt bundna material finns.
- Reda ut vad som är tillräcklig permeabilitet för ett material och sätta kravnivåer samt se över vilka provmetoder som finns. Detta kan ske inom ramen för ett utvecklingsprojekt.
- Uppdatera AMA och anpassa efter cirkulära material både med avseende på materialkrav och utförandekrav.
- Se över upphandlingsrutiner inom ramen för ett utvecklingsprojekt.

# Bilaga 3

## Presentationsmaterial workshop 2023-03-17

SKANSKA SBUF

### Workshop om Funktionsegenskaper för cirkulära material – SBUF-projekt nr 14184

Jan Englund, Roger Nilsson, Malin Norin  
Skanska Teknik

2023-06-07 Funktionsegenskaper för cirkulära material 1

SKANSKA SBUF

### Agenda Workshop

- Introduktion av workshop och presentation av deltagare 12.30-12.55
- Två workshop-pass med var sitt ämnesområde
  - Vad kan vi göra idag? 13.00-13.45
  - Vad kan vi göra med funktionella krav? 13.55-15.05
- Fortsättning/Nästa steg? 15.15-15.30

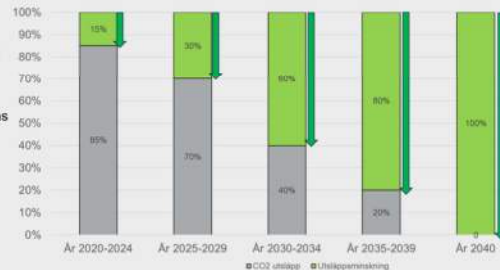


SKANSKA 2023-06-07 Funktionsegenskaper för cirkulära material 2

## Bakgrund

- Målsättningar inom klimat och resurshushållning
- Stora mängder massor går till deponi

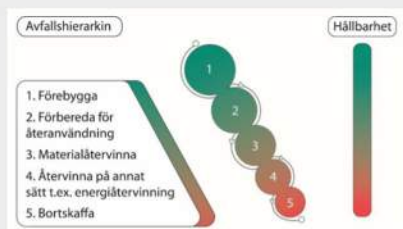
- 2017 antog Sverige ett klimatpolitiskt ramverk. Det långsiktiga målet är att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser 2045.
- Ramverket stöds av bygg- och anläggningssektorns färdplan "Fossilfritt Sverige"
- Byggsektorn förbrukar 25-40 % av alla resurser, energi och växthusgasutsläpp
- Omkring 16 % av klimatpåverkan från ett anläggningsprojekt kan kopplas till masshanteringen.



Trafikverkets klimatmålstrappa

## Bakgrund

- Behov av att öka återanvändningen och återvinningsgraden - cirkulering
- Använda materialen så resurseffektivt som möjligt – lämpligt material på lämpligt ställe



## Bakgrund

- Dimensionering av anläggningskonstruktioner bygger i dagsläget och i många fall på empiri
- Konstruktionen ska ha en viss lagerupbyggnad och består ofta av jungfruliga material
- Ingående material ges vid dimensionering specifika deformationsegenskaper – lagertjocklekar blir "enda" variabeln för att klara trafiklast och klimatlast/tjäle
- För att detta ska fungera måste de ingående materialen ha egenskaper som håller sig inom vissa kriterier (kornstorleksfördelning, nötningsbeständighet, slaghållfasthet)



## Bakgrund

- Cirkulära material behöver i dagsläget mer eller mindre efterlikna jungfruliga material för att nuvarande dimensioneringsmetodik ska fungera
- Hur påverkas dimensioneringen om de cirkulära materialen inte klarar de specifika materialkraven?
  - Går det att kompensera för att få samma funktion?
  - Går det att övergå till att använda funktionsegenskaper hos obundna materialen/lagren/konstruktionen istället?
  - Vad blir klimat- och resursvinsterna om vi skulle gå över till att använda funktionsegenskaper?
  - Hur tar vi fram detta – LCA/EPD?

## Syfte med projekt

- Undersöka om det går att förbättra förutsättningarna så att upphandling av obundna material i anläggningsprojekt kan ske med hänsyn till funktionsegenskaper istället för specifika materialegenskaper
- Öka användandet av cirkulära material/befintligt material i anläggningsprojekt
- Öka kunskapsutbytet mellan olika discipliner inom vägbyggnadsområdet

*Projektet är en förstudie som är tänkt att leda till fortsatta utvecklingsprojekt*

## Det vi strävar efter i ett långsiktigt perspektiv

- Använda *alla typer av tillgängliga material på ett ur klimatsynpunkt och resurseffektivt bästa sätt med förutsägbar funktion och livslängd*

*För att nå dit behöver diskutera:*

- *Möjligheter inom ramen för dagens regelverk*
- *Relevansen att gå över till ett mer "funktionsbaserat" regelverk och dimensioneringsmetodik*
- *Värdering av olika lösningar ur ett klimat- och resursperspektiv*

## Mål med dagens övning

- Denna workshop är en del av förstudien
- Ta reda på vad som behövs för att kunna använda alla typer av tillgängliga material på ett ur klimatsynpunkt och resurseffektivt bästa sätt med förutsägbar funktion och livslängd
- Vad kan vi göra redan idag och vad behöver vi utveckla?

## Presentation av workshopdeltagare

### Grupp 1

Jan Englund Skanska  
Joakim Claesson Trafikverket  
Annika Johansson, NCC  
Peter Martinsson Swerock  
Linus Andersson Skanska

### Grupp 2

Malin Norin Skanska  
Martin Tengsved SBMI  
Karolina Swedblom Skanska  
Erik Westerlind Infrakraft  
Helena Nilsson NCC  
Anders Lindström Svevia

### Grupp 3

Roger Nilsson Skanska  
Sigurdur Erlingsson VTI  
Klas Hermelin Trafikverket  
Håkan Arvidsson VTI  
Richard Nilsson Skanska

## Dagens dimensioneringsmetodik

### Nybyggnad, förstärkningsåtgärder och breddning



Dimensionering beskrivs i TRV Infra

Materialkrav och utförande beskrivs i AMA-anläggning, TDOK 2013:0530 Obundna material och TDOK 2013:0532 Alternativa material

## Framtidens dimensioneringsmetodik i närtid

Nybyggnad, förstärkningsåtgärder och breddning



## Värdering av olika alternativ ur klimat och resurshänsyn

- Cirkulära material behöver riskbedömas utifrån hälsa och miljö
- Det är önskvärt att olika tekniska lösningar värderas utifrån kravställning, ekonomi, funktionalitet, klimatpåverkan och resurshushållning
- Vilka verktyg finns för att värdera klimat och resurshushållningen för olika alternativ för hela värdekedjan (LCC/LCA) – bästa lösningen för aktuellt projekt? Score, CEEQUEL, TRV:s nyckeltal, Sunra, Geokalkyl?
- Materialhantering – för att bästa massorna ska hamna högst upp kommer det krävas mer tid, mer mellanlagring och mer transporter – detta ska värderas mot minskat uttag av jungfruligt material och minskade transporter till och från arbetsplatsen
- Materialförädling av cirkulära material – krossning, sortering, tvättning på plats samt stabilisering för att ha i konstruktion. Detta värderas mot att istället använda jungfruligt material

## Pass 1 13.00-13.45 Vad kan vi göra idag?



- Öka användandet av cirkulära material/befintligt material i anläggningsprojekt

# Pass 1 13.00-13.45 Vad kan vi göra idag?

Från VTI notat 1154 Masshantering – indikatorer och nyckeltal för incitament för reducerad klimatpåverkan vid upphandling - Yvonne Andersson-Sköld, Jenny Norrman, João Patricio, Raheb Mirzanimadi, Joakim Claesson

Tabell 8. Exempel på användning av olika materialklasser enligt AMA-koder (AMA 2017).

Materialtyp	Material	AMA-kod	Exempel på vad olika material kan användas till enligt AMA 2017
1	Bergarten 1	CEB 1107A-012	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1107B	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1107C	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
2	Bergarten 2	CEB 1108	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1109	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1110	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
3	Blandet och finkornig jord	CEB 1111	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1112	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1113	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
4	Blandet och finkornig jord	CEB 1114	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1115	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1116	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
5	Blandet och finkornig jord	CEB 1117	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1118	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1119	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
6	Blandet och finkornig jord	CEB 1120	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1121	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1122	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
7	Blandet och finkornig jord	CEB 1123	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1124	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1125	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
8	Blandet och finkornig jord	CEB 1126	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1127	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1128	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
9	Blandet och finkornig jord	CEB 1129	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1130	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1131	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
10	Blandet och finkornig jord	CEB 1132	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1133	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1134	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
11	Blandet och finkornig jord	CEB 1135	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1136	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1137	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
12	Blandet och finkornig jord	CEB 1138	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1139	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1140	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
13	Blandet och finkornig jord	CEB 1141	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1142	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1143	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
14	Blandet och finkornig jord	CEB 1144	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1145	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1146	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
15	Blandet och finkornig jord	CEB 1147	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1148	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1149	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
16	Blandet och finkornig jord	CEB 1150	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1151	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1152	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
17	Blandet och finkornig jord	CEB 1153	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1154	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1155	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
18	Blandet och finkornig jord	CEB 1156	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1157	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1158	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
19	Blandet och finkornig jord	CEB 1159	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1160	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1161	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
20	Blandet och finkornig jord	CEB 1162	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1163	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1164	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
21	Blandet och finkornig jord	CEB 1165	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1166	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1167	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
22	Blandet och finkornig jord	CEB 1168	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1169	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1170	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
23	Blandet och finkornig jord	CEB 1171	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1172	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1173	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
24	Blandet och finkornig jord	CEB 1174	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1175	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1176	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
25	Blandet och finkornig jord	CEB 1177	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1178	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1179	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
26	Blandet och finkornig jord	CEB 1180	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1181	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1182	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
27	Blandet och finkornig jord	CEB 1183	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1184	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1185	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
28	Blandet och finkornig jord	CEB 1186	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1187	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1188	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
29	Blandet och finkornig jord	CEB 1189	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1190	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1191	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
30	Blandet och finkornig jord	CEB 1192	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1193	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1194	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
31	Blandet och finkornig jord	CEB 1195	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1196	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1197	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
32	Blandet och finkornig jord	CEB 1198	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1199	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform
		CEB 1200	Fyllning med utvalgen för grundläggning i fyllningsform

# Pass 1 13.00-13.45 Vad kan vi göra idag?

Från VTI notat 1154 Masshantering – indikatorer och nyckeltal för incitament för reducerad klimatpåverkan vid upphandling - Yvonne Andersson-Sköld, Jenny Norrman, João Patricio, Raheb Mirzanimadi, Joakim Claesson

The screenshot shows a software interface for material management. On the left, there is a list of material categories (CEB 1107A-012 to CEB 1200) with checkboxes and icons. The main area displays the details for 'CEB 11212 Fyllning kategori A med bland- och finkornig jord för väg, plan o d'. The details include a description of the material, its use in construction, and technical specifications. The interface is in Swedish and includes a search bar at the top.

# Pass 1 13.00-13.45 Vad kan vi göra idag?



## Överbyggnadsmaterial

- Skyddslager kan bestå av materialtyp 1 och 2 – (exempelvis sandmorän och finjordhalt mindre än 15%) – samma bärlighetskrav som på terrass med 420 mm förstärkningslager ovanför
- Obundna överbyggnadsmaterial behöver inte vara jungfruliga – schaktmassor som uppfyller krav får användas efter bearbetning, exempelvis naturgrus eller morän
- Det finns möjlighet att använda masugnsslagg och betongkross i fyllning, förstärkningslager och bärlager samt kravspecifikation finns redan

## Pass 1 13.00-13.45 Vad kan vi göra idag?



- En typ av funktionskontroll/verifiering med hänsyn till styvhet (bärighetsmätning) på terrassytan och skyddslager samt överkant obundna lager
- Rekommenderade bärighetskrav på terrassmaterial som talar om hur mäktiga ovanliggande lager behöver vara för att klara bärighet på överkant obundna lager
- Rekommenderade bärighetskrav på förstärkningslagerytan



## Möjligheter i nuvarande regelverk

- Utförande entreprenad och regelverksstyrd totalentreprenad (dimensionering enligt regelverk):
- **Likvärdiga lösningar** eller alternativt utförande. Finns alltid den möjligheter enligt AB04.
  - Leverantören ska beskriva den likvärdiga/alternativa lösningen
  - TRV ska utreda/värdera den
  - **Grundregeln är att den som ger uppgifter står för det, vilket betyder att det funktionella ansvaret flyttas över till leverantören**
- Totalentreprenad med funktionella krav
  - Funktionella krav på konstruktionen (sprickor, spår, jämnhet, mm)
  - Nästan inga krav på materialen
- Upphandlingsmässigt villkor enligt LOU
  - Tekniska krav (europastandarder SS-EN)
  - Funktionella krav "fri" kravställning

Dimensionering enligt TRV infra

- DK1
- DK2
- DK3

## Pass 1 13.00-13.45 Vad kan vi göra idag?

## Dags för diskussion i smågrupper!



- Ta reda på vad som behövs för att kunna använda alla typer av tillgängliga material på ett ur klimatsynpunkt och resurseffektivt bästa sätt med förutsägbar funktion och livslängd
- Vad kan vi göra redan idag och vad behöver vi utveckla?

Återsamling i storgrupp för gemensam genomgång 13.35

## Pass 1 13.00-13.45 Vad kan vi göra idag?



### Dags för diskussion i smågrupper!



Material

#### Grupp 1

##### Jan Englund Skanska

Joakim Claesson Trafikverket

Annika Johansson, NCC

Peter Martinsson Swerock

Linus Andersson Skanska

- Vad är det som möjliggör/hindrar att utnyttja material i linjen och andra cirkulära material i dagsläget för att utnyttja materialen mest effektivt både gällande terrassmaterial och material i överbyggnaden
- Värdering och klassificering av material?
- Deklaration av material och hantering av tillhandahållet material?

## Pass 1 13.00-13.45 Vad kan vi göra idag?



Upphandling

### Dags för diskussion i smågrupper!



Upphandling

#### Grupp 2

##### Malin Norin Skanska

Martin Tengsved SBMI

Karolina Swedblom Skanska

Erik Westerlind Infrakraft

Helena Nilsson NCC

Anders Lindström Svevia

- Vad är det som möjliggör/hindrar att utnyttja material i linjen och andra cirkulära material i dagsläget för att utnyttja materialen mest effektivt både gällande terrassmaterial och material i överbyggnaden
- Projektering och upphandlingsdokument
- Entreprenadformer, likvärdiga lösningar och alternativa lösningar och ansvar?

## Pass 1 13.00-13.45 Vad kan vi göra idag?



Projektering

### Dags för diskussion i smågrupper!



Projektering

#### Grupp 3

##### Roger Nilsson Skanska

Sigurdur Erlingsson VTI

Klas Hermelin Trafikverket

Håkan Arvidsson VTI

Richard Nilsson Skanska

- Vad finns det för hinder/möjligheter ur ett dimensioneringsperspektiv när mer cirkulära material (men med kända materialegenskaper) används?
- Finns det möjlighet att använda sig av aktiv design i upphandlingar och är det möjligt att tunna ut eller tjocka på ovanliggande konstruktion beroende på bärighet på terrass samt obundna lager?

## Pass 1 13.00-13.45 Vad kan vi göra idag?

### Reflektioner från smågrupperna



- Ta reda på vad som behövs för att kunna använda alla typer av tillgängliga material på ett ur klimatsynpunkt och resurseffektivt bästa sätt med förutsägbar funktion och livslängd
- Vad kan vi göra redan idag och vad behöver vi utveckla?

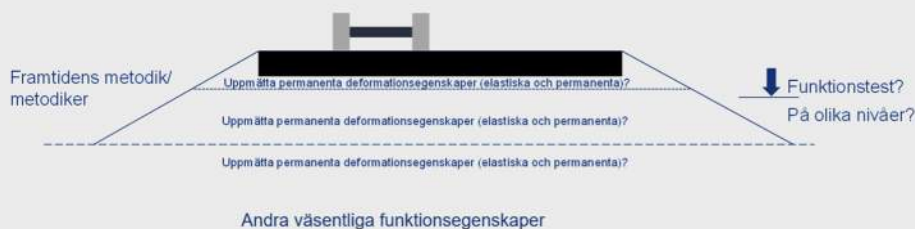
## Pass 2 14.00-15.05 Vad menas med funktionella krav?

### Krav på:

- **Beskrivande krav på materialet**
  - Beskrivande krav (kornkurva, mm)
- **Funktionella krav på material/lager**
  - Styvhet, stabilitet, mm
- **Funktionella krav på anläggningen**
  - Spår djup, jämnhet, mm

## Pass 2 13.55-15.05 Vad kan vi göra med funktionella krav?

Undersöka om det går att förbättra förutsättningar så att upphandling av obundna material i anläggningsprojekt kan ske med hänsyn till funktionsegenskaper istället för specifika materialegenskaper



## Pass 2 13.55-15.05 Vad kan vi göra med funktionella krav?

När kan det bli aktuellt att använda funktionsegenskaper?

- Nya typer av material utan tidigare erfarenhet
- Använda materialen så resurseffektivt som möjligt – lämpligt material på lämpligt ställe och utnyttja materialens potential på effektivast sätt



SKANSKA

2023-06-07

Funktionsegenskaper för cirkulära material

28 Funktionsegenskaper för cirkulära material



2023-06-07

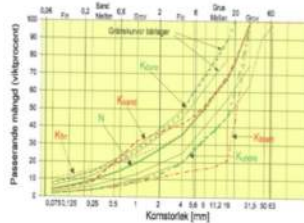
## Beskrivande krav på ett material till ett obundet lager Så här är det nu:

### Beskrivande krav i regelverket

- Kornkurva
- Finmaterialhalt
- Glimmerhalt
- Finmaterialkvalitet
- Organisk halt
- Krossytegrad

### Förhindra mekanisk nedbrytning av materialen

- Nötning (microDeval)
- Krossning (LA)



29 Funktionsegenskaper för cirkulära material



2023-06-07

## Beskrivande krav på ett material till ett obundet lager

### Vad behöver göras för nya material?

1. Utredda vilka beskrivande krav som ska ställas på olika "typmaterial"
2. Genomfördes för krossad betong, masugnsslagg och asfaltgranulat på 90 och 00 talet
  1. Laboratieprovning (Triax mm)
  2. Provvägar
  3. Erfarenhetsinhämtning
3. För och nackdelar
  1. Enkelt att hantera i en upphandlingssituation
  2. Kräver mycket arbete och resurser (pengar) och tar lång tid
  3. Blir ganska oflexibelt för nya material



## Utveckla funktionella krav på byggnadsverket/vägkonstruktionen

- Provat genom upphandling av totalentreprenader med funktionella krav
- Krav på:
  - Spårbildning
  - Jämnhet
  - Sprickfrihet
  - Friktion mm
- För och nackdelar
  - Ger stor frihet till entreprenören för materialanvändning
  - Ansvaret för kraven på materialen flyttas från beställaren till entreprenören
  - Kräver långa garantitider helst 15-20 år
  - Svårigheter för mindre entreprenörer



## Utveckla funktionella krav på byggnadsmaterialen

Obundna överbyggnadslager  
(Bärlager, Förstärkningslager, Skyddslager och Bergunderbyggnad)

- Viktigaste funktionella egenskaperna
  - **Styvhet** bra stöd för beläggning sprida lasten på terrassen
  - **Stabilitet** inte deformeras av trafik (spår)
  - **Beständighet** inte brytas ner av klimat och last
  - **Permeabilitet** dränera ut vattnet
  - **Tjällyftningsegenskaper** inte vara tjällyftande
  - **Tjälisolering** "lagom" frosthalka och tjälskydd

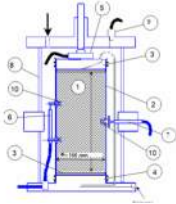
## Hur skulle man kunna kravställa?

- **Permeabilitet:** Finns metoder. Är en väsentlig egenskap i kommissionens mandat till obundna lager. Saknas standardiserade metoder (EN)
- **Tjällyftningsegenskaper** Finns metoder. Är en väsentlig egenskap i kommissionens mandat till obundna lager (frostkänslighet) Saknas standardiserade metoder (EN)
- **Tjälisolering** Finns metoder att mäta värmeledning

## Styvhet

**Varför:** Det obundna lagret ska vara ett styvt underlag för beläggningen. Sprida lasten till en så stor yta som möjligt på terrassen.

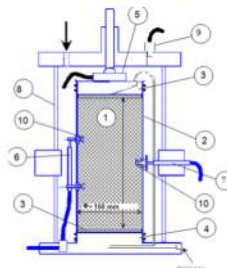
**Metoder:** Triax och andra laboriemetoder.  
 Provning med statisk plattbelastning eller fallvikt/rullande bärighetsmätning



## Stabilitet

**Varför:** Det obundna lagret ska inte deformeras av trafiklast.

**Metoder:** Triax  
 Indirekta metoder som CBR eller DCP



## Beständighet inte brytas ner av klimat och last

**Varför:** Det obundna lagret ska behålla sina egenskaper över tid.

**Mekanisk:** Materialet ska inte brytas ner av last (trafik)  
 Nötning och krossning  
 Provningsmetoder finns microDeval och LA

**Kemisk/vittring:** Materialet ska inte vittra  
 Saknas provningsmetoder

**Frostbeständighet:** Materialet ska klara frost/tö växlingar  
 Finns provningsmetod för ballast

## Alternativa vägar för kravställning

- **Se till att "alternativa" material är minst lika bra som de som de ersätter (funktionellt)**
- Leverantören visar att de funktionella egenskaperna är minst lika bra som materialet det ersätter
- **Koppla ihop funktionell materialegenskaper med dimensioneringen**
- Dimensioneringssystemen kan börja ta hänsyn till funktionella egenskaper hos materialen (styvhet, stabilitet, tjällyftningsförmåga värmeledning/tjällyft).
  - Leder till att man kan anpassa konstruktionen till tillgängliga material.  
Kraven på materialen blir då mera objektsspecifika
- Vissa egenskaper saknar koppling till morgondagens dimensioneringssystem (beständighet, permeabilitet och värmeledning/frosthalka)

## Hypotes

### En framkomlig väg?

- Materialleverantören deklarerar funktionella egenskaper för materialet
- Det levererade materialet deklarerar och beskrivs enligt SS-EN med beskrivande egenskaper och med utförandeansvisningar
- Kontroll på levererat material/lager görs mot beskrivningen av materialet

**Pass 2 13.55-15.05**  
**Vad kan vi göra med funktionella krav?**  
**Dags för diskussion i smågrupper!**

**SBUF**

BUREAU



- *Ta reda på vad som behövs för att kunna använda alla typer av tillgängliga material på ett ur klimatsynpunkt och resurseffektivt bästa sätt med förutsägbar funktion och livslängd*
- *Vad kan vi göra redan idag och vad behöver vi utveckla?*

Återsamling i storgrupp för gemensam genomgång 14.50

SKANSKA

2023-06-07

Funktionsegenskaper för cirkulära material

38

## Pass 2 13.55-15.05

### Vad kan vi göra med funktionella krav?

#### Frågeställningar att diskutera i grupp

- Hur mäta funktionsegenskaper och vilka?
- Vad kan vi redan idag och vad behöver vi utveckla – vad är viktigast på kort och lång sikt?



#### Grupp 1

**Jan Englund Skanska**  
Joakim Claesson Trafikverket  
Annika Johansson, NCC  
Peter Martinsson Swerock  
Linus Andersson Skanska

## Pass 2 13.55-15.05

### Vad kan vi göra med funktionella krav?

#### Frågeställningar att diskutera i grupp

- Hur beskriva en funktionsegenskap så att den blir upphandlingsbart?
- Ställa krav på lager/material eller på konstruktionen/byggnadsverket?
- Deklarera funktionella egenskaper (typprovning)?
- Vad kan vi redan idag och vad behöver vi utveckla – vad är viktigast på kort och lång sikt?



#### Grupp 2

**Malin Norin Skanska**  
Martin Tengsved SBMI  
Karolina Swedblom Skanska  
Erik Westerlind Infrakraft  
Helena Nilsson NCC  
Anders Lindström Svevia

## Pass 2 13.55-15.05

### Vad kan vi göra med funktionella krav?

#### Frågeställningar att diskutera i grupp

- Hur använda funktionsegenskaper vid dimensionering?
- Vad kan vi redan idag och vad behöver vi utveckla – vad är viktigast på kort och lång sikt?



#### Grupp 3

**Roger Nilsson Skanska**  
Sigurdur Erlingsson VTI  
Klas Hermelin Trafikverket  
Håkan Arvidsson VTI  
Richard Nilsson Skanska

## Pass 2 13.55-15.05

### Vad kan vi göra med funktionella krav? Reflektioner från smågrupperna!



• Ta reda på vad som behövs för att kunna använda alla typer av tillgängliga material på ett ur klimatsynpunkt och resurseffektivt bästa sätt med förutsägbar funktion och livslängd

• Vad kan vi göra redan idag och vad behöver vi utveckla?

Återsamling i storgrupp för gemensam genomgång 14.50-15.05

## Fortsättning/Nästa steg? 15.15-15.30

- Sammanställning av resultaten av workshop – Rapportering till referensgrupp 5 april
- Behov - vilka delar ska vi fortsätta med?
- Prioriteringsordning?

