



### Constructivate arbetspaket 3 – Återvinning av rivningsavfall som ballast i betong

Linus Brander, Elisabeth Helsing, Ida Gabriellson

RISE Rapport 2020:25

# Constructivate arbetspaket 3 – Återvinning av rivningsavfall som ballast i betong

Linus Brander, Elisabeth Helsing, Ida Gabrielsson

# Abstract

## **Constructivate workpackage 3 – Recycling of demolition waste as aggregate in concrete**

Construction and Demolition Wastes (CDW) constitute one of the major waste streams in Sweden. As for now limited recycling occurs and is basically restricted to relatively low-quality applications and rather could be considered as *downcycling* than recycling. There is most likely unexploited potential in recycling CDW in applications of higher quality, such as in new concrete or in parts of roads where the quality requirements are higher.

The aim with this report is to examine the existing regulations and quality requirements, which apply for the utilization of recycled mineral fractions from CDW. In focus are rules, knowledge and best practice for recycled mineral fractions in order to pass requirements as aggregates in road construction and new concrete.

For road construction, the quality classification system follows the European product standard EN 13242 (*Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction*) and the Swedish Transport Administration document TDOK 2013:0532. The classification is based on the waste fraction composition with respect to material types, where Class 1 (top class) is almost pure concrete, brick works and unbound stone, whereas in lower classes (in the order 2, 3 and 4) increasing amounts of materials lowering the quality of the total fraction are accepted (e.g. metals, plastics, wood scrap and lightweight concrete). Furthermore, a certain class (as ranked by composition) must also fulfil technical performance criteria, expressed as either resistance against abrasion (Micro-Deval) or compressive strength of concrete cylinders. TDOK 2013:0532 also states the quality class required for use in different parts of the road.

For utilization as concrete aggregates, the Swedish national application document (SS137003) of the European product standard for concrete (EN 206) requires that the recycled aggregates are characterized and classified. The classification is performed following the product standard for concrete aggregates (EN 12620) and just like the system for use of recycled aggregate in roads, the class is determined by the amounts of crushed concrete and other materials in CDW. Today there are only two quality classes: Type A and Type B, where the former is the higher (and purer) class. Since EN 12620 is harmonized, recycled aggregates also need to be CE marked. This CE-marking is done following the same procedures and systems as used for primary/virgin aggregate, with a few differences, such as the determination of composition (with respect to material types) and that documentation and traceability back to construction/demolition project must be included in the quality system.

The usability of the CDW mineral fraction depends on how pure it is from other materials than concrete and unbound stone, i.e. how successful the demolition, waste management and recycling procedures have been. Generally, substances potentially harmful for humans or environment do not come from the crushed concrete itself; these more commonly come from other materials in the CDW mineral fraction. At different times in the construction history materials have been used, which later have been proven to

contain harmful substances and thereafter been banned. Examples of such materials are "blåbetong" (lightweight concrete based on uranium-rich alum shale) and construction products containing asbestos cement and PCB. Materials like that need to be identified in the demolition audit and selectively removed in a safe manner before demolition. Selective demolition separating also harmless materials into different waste streams is also favorable from a technical perspective, even though also relatively mixed fractions can be sorted after demolition. Modern recycling facilities use different techniques to produce pure(r) material fractions from mixed CDW. These often involve several steps of crushing, dry and wet screening, sieving, high-pressure water washing and compaction of sludge to a cake, which usually holds most of the leachable washed-out substances.

In summary, it is technically and environmentally possible to recycle CDW as aggregate in concrete and road construction, but today this is done on a very restricted level. A few actions with potential to change the direction to more resource efficient recycling:

- Develop national End-of-Waste criteria's for CDW, e.g. following the British model. Increases the transparency for all stakeholders and decreases the uncertainties in the authority's decision making.
- Make lifecycle assessment (LCA) perspective a strong criterion in public procurement, i.e. getting bonus point in the evaluation based on LCA. Other LCA impact factors should also be considered not only CO<sub>2</sub>-equivalents.
- Disseminate and establish best practice with municipalities (procuring authorities), when it comes to which secondary (recycled) materials that according to research and proven experience can be used and how, so that such requirements can be used in procurements.
- Disseminate knowledge and try to influence revision of the NN handbook, when it comes to the guidelines to municipalities and other authorities, that limit values on substances should be on leachability and bioavailability, rather than bulk content (that potentially could be bounded and basically inert).
- CDW sorting for higher technical function. Keeping CDW fractions separate and as pure as possible, makes recycling substantially easier and real recycling can be achieved, in contrast to downcycling or no cycling at all). Both technical quality and safety for environment and humans benefit from good sorting.

Key words: Construction Demolition Waste, CDW, recycling, concrete, aggregate, CE-marking, quality classes

Bild på omslaget: Linus Brander, RISE

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2020:25

ISBN: 978-91-89167-06-3

Borås 2020

# Innehåll

<b>Abstract</b> .....	<b>1</b>
<b>Innehåll</b> .....	<b>3</b>
<b>Förord</b> .....	<b>5</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Bakgrund</b> .....	<b>8</b>
1.1 Syfte .....	8
<b>2 Betong</b> .....	<b>9</b>
2.1 Allmänt .....	9
2.2 Betongens delmaterial .....	9
2.3 Exponeringsklasser.....	10
2.3.1 Exponeringsklasserna XC1 till XC4.....	10
2.3.2 Exponeringsklasserna XS1 till XS3 .....	11
2.3.3 Exponeringsklasserna XD1 till XD3 .....	11
2.3.4 Exponeringsklasserna XF1 till XF4 .....	11
2.3.5 Exponeringsklasserna XA1 till XA3.....	11
2.3.6 Exponeringsklassen Xo .....	11
2.4 Var i en byggnad finns betong? .....	11
<b>3 Användning rivningsavfall som ballast i väg och anläggning</b> .....	<b>13</b>
<b>4 Användning rivningsavfall som ballast i betong</b> .....	<b>17</b>
4.1 Standarder och bestämmelser kring återvunnen ballast i betong.....	17
4.1.1 Grov ballast av återvunna rivningsmaterial.....	17
4.1.2 Fin ballast .....	20
4.1.3 Modifierade ballasttestmetoder .....	20
4.1.4 Förslag på revision av befintligt klassificeringssystem .....	21
<b>5 Hinder och möjligheter för återvinning</b> .....	<b>23</b>
5.1 Potentiellt farliga ämnen i bygg- och rivningsavfall.....	23
5.2 Material och ämnen som kan påverka kvalitet som ballast.....	24
5.3 Exempel på sorteringsmöjligheter.....	25
<b>6 Avslutande ord och rekommendationer</b> .....	<b>27</b>
6.1 Rekommendationer längre tidshorisont .....	27
6.1.1 End-of-waste-kriterier .....	27
6.1.2 Livscykelperspektiv .....	28
6.1.3 Bästa praxis .....	28
6.1.4 Kunskapspridning.....	28
6.2 Rekommendationer kortare tidshorisont.....	28
6.2.1 Sortering för högre teknisk funktion.....	28

6.2.2	Sortering för säkerhet, hälsa och miljö .....	29
<b>7</b>	<b>Handledning återvinning av rivningsavfall till betongballast .....</b>	<b>30</b>
7.1	Allmänt .....	31
7.2	CE-märkning och Certifiering .....	32
7.3	Typprovning och fortlöpande provning av ballast för betong enligt SS-EN 12620 och SS 137003.....	32
7.4	Modifierade provningsmetoder .....	34
7.4.1	Kornstorleksfördelning enligt SS-EN 933-1:2012.....	34
7.4.2	Vattenabsorption enligt SS-EN 1097-6:2013 .....	35
7.4.3	Frostprovning enligt SS-EN 1367-1:2007 .....	35
7.4.4	Mekaniska egenskaper .....	36
7.5	CE-märkning och prestandadeklarationer .....	36
7.6	Kvalitetssystem .....	37
7.7	Vem ansvarar för vad? .....	38
7.8	Materialets ursprung .....	38
7.9	Farliga ämnen och REACH.....	39
<b>8</b>	<b>Referenser .....</b>	<b>41</b>

# Förord

Det som presenteras i denna rapport utgör en del av arbete och resultat från arbetspaket 3 i *Constructivate – Sustainable Recycling of Construction and Demolition Waste*, ett forskningsprojekt som finansierats av Mistra Closing the Loop II under perioden april 2016 tom december 2019. Projektets övergripande syfte var att:

- Generera kunskap och utveckla lösningar för att uppnå resurseffektiv återvinning av bygg- och rivningsavfall
- Bidra till att utveckla framtidens återvinningssystem för bygg- och rivningsavfall

Arbetspaket 3 fokuserade på kvalitetsaspekter hos framförallt materialströmmarna plast och betong. De generella frågeställningarna i arbetspaket 3 var:

- När är materialåtervinning lämpligt, ur rättslig, teknisk och ekonomisk synvinkel?
- Klarar återvunnet bygg- och rivningsavfall de kvalitetskrav och standarder som finns för byggmaterial eller ska andra tillämpningar rekommenderas?
- Hur mäts och garanteras bygg- och rivningsavfalls kvalitet och hur kan den CE-märkas som ballastprodukt? När kan traditionella testmetoder användas och när krävs särskild hantering på grund av materialets heterogenitet?

Under projektets första halva (2016–2017) genomfördes en litteraturstudie med fokus på kvalitetsaspekter och tekniska regelverk för återanvändning av rivningsavfall som ballast i ny betong (Brander och Helsing, 2017). Denna granskades av projektets industripartners i december 2017. Under projektets sista år (2019) författades en handledning för hur man CE-märker och certifierar återvunnet rivningsavfall avsett som ny betongballast (Brander och Gabrielsson, 2019).

Litteraturstudien har i föreliggande RISE-rapportformat reviderats (Kap 1–5) och kompletterats med en genomgång av lämpliga åtgärder för ökad (åter)användning av rivningsavfall som betongballast (Kap 6), samt CE-märkningshandledningen (Kap 7).

Ett särskilt tack riktas till Mistra Closing the Loop för finansiellt stöd, samt Max Björkman på Chalmers Industriteknik för professionell och sympatisk projektledning. Tack också till Urs Mueller för kvalitetsgranskning av den slutliga versionen av denna rapport.

Linus Brander, Borås 2020-02-06

# Sammanfattning

Bygg- och rivningsavfall utgör en av de största avfallsströmmarna i Sverige, samtidigt som den återvinning som sker sträcker sig till tillämpningar med relativt låga kvalitetskrav (*downcycling*). Sannolikt finns potential till att återanvända rivningsavfall i tillämpningar av högre status, till exempel i ny betong eller i delar av väggkropp där kvalitetskraven är högre.

Syftet med denna rapport är att undersöka vilka regler och kvalitetskrav som finns för återvinning av den mineraliska materialfraktionen i rivningsavfall. Fokus har varit på hur denna fraktion måste vara beskaffad för att klara kvalitetskrav som ballast till vägbyggnad och ny betong.

För vägbyggnad finns ett klassificeringssystem i den europeiska standarden SS-EN 13242 (*Ballast för obundna och hydrauliskt bundna material för användning i anläggningsarbeten och vägbyggen*) och i Trafikverkets kravdokument TDOK 2013:0532 (*Alternativa material för vägkonstruktioner*). Kvalitetsklassningen sker på basis av fraktionens sammansättning med avseende på ingående materialslag, där Klass 1 (högsta klassen) i princip bara innehåller krossad betong, murverk och obunden sten, medan det i lägre klasser (i ordningen 2, 3 och 4) accepteras stigande inslag av kvalitetssänkande material (tex metaller, plast, trä, lättviktsbetong). För viss klass måste dessutom tekniska krav uppfyllas, uttryckta i termer av motstånd mot nötning eller tryckhållfasthet. TDOK 2013:0532 anger vidare vilken kvalitetsklass som krävs för olika delar av väggkropp: Klass 1 eller 2 för *Förstärkningslager till belagda vägar och Bärlager till belagda vägar*, minst Klass 3 för *Skyddslager till belagda vägar*, samt minst Klass 4 för *Underbyggnad och övriga fyllningar*.

För användning som betongballast krävs enligt SS 137003, vilket är den svenska tillämpningen till den europeiska betongstandard SS-EN 206, att den återvunna ballasten karaktäriseras och klassificeras. Klassificeringen sker helt enligt standarden för betongballast (SS-EN 12620) och bygger likt systemet för användning som vägballast på innehåll och halter av ren betong och andra materialslag i den återvunna ballasten. Här är klasserna i nuläget endast två: Typ A och Typ B, där den förra är den högre (och renare) klassen. Eftersom SS-EN 12620 är harmoniserad ska återvunnen ballast till och med CE-märkas. CE-märkningen sker på samma sätt och med samma system som för primär/jungfrulig ballast, med några skillnader så som att analys av sammansättning med avseende på materialslag måste göras, samt att dokumentation och spårbarhet till rivningsprojekt måste finnas i kvalitetssystemet.

Det står helt klart att hur användbar den mineraliska fraktionen från bygg- och rivningsavfall är beror på dess renhet, dvs. hur väl man lyckats hålla isär olika avfallsfraktioner. Generellt innehåller inte den krossade betongen i sig ämnen som kan vara skadliga för människa eller miljö; dessa finns snarare i andra materialslag som kan finnas ihop med betong i rivningsavfall. Under vissa perioder har man vid byggande av hus använt material som senare visat sig orsaka hälsoproblem och förbjudits. Exempel på sådana är "blåbetong" (lättbetong baserad på uranrik alunskiffer) och byggprodukter med asbestcement och PCB-haltiga massor. Förekomst av dessa material i en byggnad som ska rivs måste inventeras och saneras och/eller hanteras på ett säkert sätt. Gynnsamt är förstås om man redan i rivningsskedet har kunnat separera de olika komponenterna, men även ett relativt blandat avfall kan separeras och sorteras



mer eller mindre effektivt i efterhand. Moderna återvinningsanläggningar använder olika tekniker för att få ut rena(re) materialfraktioner från blandat avfall. Ofta involverar dessa tekniker flera steg av krossning, torr- och våtsällning, siktning, tvättning med högtrycksvatten och pressning av slam till kaka, i vilken oftast eventuella lakbara ämnen ansamlas.

Tekniskt och miljömässigt är det fullt möjligt att återvinna rivningsavfall som ballast i ny betong och vägbyggnad, men idag sker detta alltså i mycket liten eller tom obefintlig utsträckning. Ett antal åtgärder med potential påverka i riktning att sådan återvinning ökar är:

- Ta fram nationella End-of-Waste-kriterier för rivningsavfall, till exempel enligt brittisk modell. Ökar tydlighet för alla aktörer och minskar osäkerhet i tillståndsprovningen.
- Gör livscykelperspektivet till ett starkt kriterium i offentlig upphandling, det vill säga att man får bonuspoäng utifrån detta samtidigt som det naturligtvis inte styr helt. Dessutom måste en LCA-bedömning ta hänsyn inte bara till CO<sub>2</sub>-ekvivalenter utan också andra miljöparametrar.
- Sprid och förankra bäst praxis till kommunerna/beställarna, till exempel kring vilka sekundära material som enligt forskning och beprövad erfarenhet kan användas på vilket sätt och hur, så att krav kan ställas i upphandlingar.
- Sprid kunskap och sök påverka Naturvårdsverket vad gäller riktlinjerna (och handboken) som stöd till kommuner och andra tillsynsmyndigheter, att krav bör ställas på lakbarhet och biotillgänglighet vad gäller olika ämnen, snarare än totalhalter (som kan vara hårt bundna och därmed inerta).
- Sortering för högre teknisk funktion. Om avfallsfraktionerna hålls isär och så rena som möjligt, så ökar möjlighet för återvinning avsevärt (dvs. recycling, inte downcycling), vad gäller såväl teknisk prestanda som minskad risk för miljö och människa.

# 1 Bakgrund

Bygg- och rivningsavfall utgör en av de största avfallsströmmarna i Sverige och kniper en andraplats efter mineralavfall från gruvverksamhet. Under 2014 uppkom 8,9 miljoner ton avfall (varav 8,3 miljoner ton icke-farligt) från byggnation och rivning, eller ca 5 % av den totala avfallsmängden i Sverige det året (Naturvårdsverket, 2016). Detta avfall innehåller ett brett spektrum av material, men domineras viktmässigt av oorganiska (ofta mineralbaserade) material såsom jord- och muddermassor, betong, tegel, bruk, asfalt, gips och glas, samt ballast (sten, grus, sand och krossberg) från gammal betong och asfalt. Föreliggande rapport fokuserar på den mineraliska fraktionen av bygg- och rivningsavfallet och då framförallt betong. Schakt- och muddermassor, som 2014 sammanräknat utgjorde 6,6 miljoner ton av avfallet från anläggning, byggnation och rivning, ingår inte i studien.

Rivningsbetong och andra mineraliska material som vanligtvis hamnar i den fraktionen, kommer från en mängd olika platser i den ursprungliga byggnaden. Det kan t.ex. vara grundplatta, stomme, ytterväggar, innerväggar, fasadbeklädnad, innergolv, innertak, yttertak och markbeläggning. Samma typ av material kan ingå i byggnadsdelar designade för att tåla olika laster (bärande, icke bärande), olika klimat (inomhus, utomhus, kustnära, inland) eller olika kemiska miljöer (industri, jordbruk, kontor, bostäder, skolor). I rivningsmassor från en och samma byggnad är det därför inte ovanligt att det finns betong och andra material av vitt skilda kvaliteter.

Den återvinning av bygg- och rivningsavfall som sker idag sträcker sig i bästa fall till att materialet ingår i delar med relativt låga kvalitetskrav i nya anläggningar, såsom vägar, gator och parkeringsplatser, men kanske vanligare som funktionsmaterial på deponi (exempelvis som tätskikt och täckmaterial), återfyllnad/markkuffyllnad och jordförbättring. Sannolikt finns potential till att återanvända rivningsavfall i tillämpningar av högre status, till exempel i ny betong eller i delar av väggkroppen där kvalitetskraven är högre, så länge som rivningsfraktionen hanteras på rätt sätt och är tillräckligt ren (jämför Palm m.fl., 2015). Rapporten du nu läser ger en översiktlig lägesbild över vilka krav och förutsättningar för detta som finns idag.

## 1.1 Syfte

Syftet med denna rapport är att undersöka vilka regler och kvalitetskrav som finns för återvinning av den mineraliska materialfraktionen i rivningsavfall. Med mineralisk materialfraktion avses krossad rivningsbetong med inblandning av stenar utan bindemedel, samt mindre mängder tegel, klinker, keramer, bituminösa partiklar och liknande. Från denna fraktion har lättviktsmaterial såsom plast, trä och matjord tvättats och siktats bort, samt metaller sorterats ut. Fokus har varit på hur den mineraliska fraktionen måste vara beskaffad för att klara kvalitetskrav som ballast till framförallt ny betong, men också till vägbyggnad.

## 2 Betong

### 2.1 Allmänt

Betong är ett av våra vanligaste byggnadsmaterial och består i huvudsak av fyra komponenter: ballast, bindemedel, tillsatsmedel och vatten. Bindemedlet består av cement och i dagsläget också av tillsatsmaterial. När ballast och cement blandas med tillsatsmedel och vatten bildas en plastisk massa som under en tid går att arbeta med och forma trots att cement och vatten redan börjat reagera kemiskt och utveckla hållfasthet och stadga; denna plastiska massa kallas för *färsk betong*. Den färska betongens egenskaper är mycket viktiga då de påverkar möjlighet att arbeta med betongmassan och få den att fylla formar och skrymslen på rätt sätt. Efter en tid har massan stelnat till den grad att man har en hårdnad betong. För *hårdnad betong* kan man bestämma mekaniska egenskaper såsom tryckhållfasthet, tryckhållfasthetsutveckling, böjhållfasthet, draghållfasthet, elastisk modul och densitet, egenskaper som är av vikt när materialet ska användas i en konstruktion. Av särskild vikt i Prefab-industrin är hållfasthetsutvecklingen de första 16 timmarna, eftersom man vill ha en blandning som kan fylla ut formarna vid arbetsdagens slut, men som hårdnat tillräckligt till nästa morgon för att man ska kunna riva formarna och förbereda för ny gjutning. Gemensamt för den hårdnade betongens egenskaper är att de är i det närmaste fullt utvecklade efter 1–2 månader. Därefter talar man oftare om den hårdnade betongens kvalitet över sin livstid, t.ex. vad gäller motstånd mot olika processer som kan förändra och till och med försämra betongen över tid. Exempel på sådana processer är upprepade frysning och upptining (frostkänslighet), kloridinträngning, karbonatisering och andra kemiska attacker. Denna motståndskraft över decennier och ibland även sekler benämns *beständighet*.

Alla betongens beståndsdelar är mycket viktiga. Typ av ballast och dess kornstorlek och kornstorleksfördelning påverkar såväl den färska betongens konsistens och arbetbarhet, som den hårdnade betongens täthet, hållfasthet och beständighet över tid. Val av cementtyp, dess mängd, eventuell inblandning av tillsatsmaterial och hur mycket vatten man tillsätter i proportion till cementmängden (vattencementtal, förkortat vct) bidrar i hög grad till egenskaper som t.ex. den färska betongens arbetbarhet, hur snabbt hållfastheten hos den hårdnade betongen ökar och hur hög den slutgiltiga hållfastheten blir, samt beständighet mot olika fysikaliska och kemiska angrepp.

### 2.2 Betongens delmaterial

**Cement** blandat med vatten bildar en reaktiv massa kallad cementpasta, vilken utgör själva bindemedlet i betongen. Cement tillverkas genom en kalcineringsprocess där kalksten tillsammans med önskad mängd lera och/eller sand upphettas till 1450 °C. Denna höga temperatur krävs för att driva bort kristallint bundet vatten och koldioxid i råmaterialets mineral (vilket sker i spannet 500–1000 °C, där lermineral bryts ned vid de lägre temperaturerna och karbonaterna vid de högre), samt för att de kalcinerade produkterna ska reagera samman till klinkermineral (vilket sker vid ca 1400 °C, genom partiell smältning och sintring). Reaktionsprodukten blir cementklinker, en samling mineralfaser bestående av enkla och sammansatta oxider av framförallt kalcium och kisel, men även aluminium, magnesium, järn, kalium och natrium. Cementklinkern mals därefter till pulver tillsammans med en viss mängd gips och säljs som portlandcement eller blandat cement, om man malar klinkern tillsammans med, t.ex. kalksten, masugnsslagg eller flygaska.

När cementklinker reagerar med vatten bildas starkt alkalisk cementpasta, i vilken vissa mineraliska material är lösliga och reaktiva. Material som man tillsätter som bindemedel och inte är cementklinker kallas **tillsatsmaterial**, om de tillsätts betongblandningen i betongfabriken. Det finns två typer av tillsatsmaterial, sådana som är inerta (**typ I**) och sådana som reagerar kemiskt med cementklinker till hydrationsprodukter (**typ II**). Typ II tillsatsmaterial kan bidra till hållfasthet genom att bilda ytterligare kemiska bindningar och minska porositet i cementpastan. Tillsatsmaterial typ II kan sålunda ersätta en viss mängd av betongens behov av cementklinker och bidra till hållbarhet. Två vanliga exempel på typ II tillsatsmaterial är låg kalcium flygaska och granulerad och mald masugnsslagg.

**Ballast** utgör det strukturbärande skelettet och består i regel av sand, grus, sten och/eller krossberg i storleksordningen 0 till 32 mm (0/32 och ibland 0/64). I vanlig betong utgörs ungefär 80 % av volymen av ballast. Oftast använder man två eller flera sorteringar (dvs. storleksintervall), som tillsätts i bestämda proportioner av det totala ballastbehovet. Exempel på sådana sorteringar är 0/2, 0/4, 4/8, 8/11, 8/16 eller 16/32 där siffran före respektive efter snedstreckat anger kornstorleksspann i mm. Proportionerna av de olika sorteringarna är valda för att ge betongen önskade egenskaper; man kan t.ex. laborera med proportionerna av två-tre sorteringar för att påverka ballastens tätpackning. På en vanlig betongfabrik hanteras sorteringarna vanligtvis i separata s.k. ballastfickor, så att rätt mängd av önskad sortering kan vägas in till det betongrecept man avser gjuta efter.

**Tillsatsmaterial av typ I** är mineraliska material <0,125 mm i kornstorlek, som är mer eller mindre kemiskt inerta och vars huvudsakliga uppgift är att påverka den färskas betongens konsistens och den hårdnade betongens långtidshållbarhet (dvs. beständighet), genom att med sin mycket fina kornstorlek fylla ut mellanrum mellan korn och ge en tätare struktur. Ett vanligt exempel är kalkstensfiller.

**Tillsatsmedel** slutligen är en grupp kemiska produkter som påverkar den färskas betongen på olika sätt, t.ex. fördelning och storlek av luftporer i cementpastan (luftporbildare), ökning av betongens flytbarhet (flyttillsatsmedel) och fördröjning (retardering) eller påskyndning (accelerering) av cementreaktionerna och betongens tillstyvnande.

## 2.3 Exponeringsklasser

Eftersom den miljö som den färdiga betongen kommer att utsättas för styr till vilken grad olika fysikaliska eller kemiska nedbrytande mekanismer kommer att påverka den, så klassificera man betong i olika Exponeringsklasser (SS-EN 206). De flesta inomhusbetonger klassas som XC0, XC1, eller XC2 enbart. För utomhusbetonger krävs normalt två eller fler exponeringsklasser, t.ex. en XF-klass och en XC-, XD- eller XC-klass.

### 2.3.1 Exponeringsklasserna XC1 till XC4

Korrosionsangrepp på armering på grund av att betongen karbonatiserar genom reaktion med koldioxid i luften, vilket sänker pH i betongen så att skyddet mot korrosion går förlorat. Karbonatisering kräver tillgång på koldioxid (och fukt) och korrosion tillgång på fukt. Är betongen helt fuktmättad kan inte luft tränga in i porerna. Klasserna är indelade så att förutsättningarna för omfattande karbonatisering är störst i XC4 (omväxlande våt och torr) och lägst i XC1 (Ständigt torr eller ständigt våt).

### 2.3.2 Exponeringsklasserna XS1 till XS3

Korrosionsangrepp på armering på grund av att klorider från havsvatten tränger in till armeringen. Liksom för karbonatisering är risken som störst när omgivningen är omväxlande våt och torr (XS3), som t.ex. i skvalpzonen vid havsytan i en bropelare. I konstruktioner ständigt under havsytan är påverkan mindre (XS2).

### 2.3.3 Exponeringsklasserna XD1 till XD3

Korrosionsangrepp på armering på grund av att klorider från andra källor än havsvatten, t.ex. avsningsalter, tränger in till armeringen. Även i detta fall är risken som störst när omgivningen är omväxlande våt och torr (XD3), som t.ex. i brodelar där betong är utsatt för saltstänk och bjälklag i parkeringshus. En konstruktion som utsätts för salthaltigt vatten och sällan är torr, som t.ex. simbassänger, hänförs till den något mildare klassen (XD2).

### 2.3.4 Exponeringsklasserna XF1 till XF4

Nedbrytning av betongen på grund av angrepp av frysning/upptining med eller utan avsningsmedel. Angreppet orsakas av att vatten i betongens porsystem fryser och expanderar vilket kan spränga sönder betongen. Fenomenet förvärras om vattnet på betongens yta innehåller salt. Störst risk för avflagning p.g.a. frysprocesser när porsystemet har en hög fukthalt. XF1 och XF3 är klasser som tillämpas då inget avsningsmedel används och XF2 och XF4 när avsningsmedel används. XF4 och XF3 förutsätter hög grad av vattenmättnad och XF1 och XF2 lägre. Den mest aggressiva klassen är alltså XF4 (hög vattenmättnad och med avsningsmedel).

### 2.3.5 Exponeringsklasserna XA1 till XA3

Kemiskt angrepp på betong i naturlig jord eller grundvatten. Här sker klassindelningen baserat på halt av betongaggressiva ämnen, som bl.a. sulfat, magnesium, ammonium, bikarbonat och sura ämnen, i jord och grundvatten. Högsta gränsvärdena finns i klass XA3.

### 2.3.6 Exponeringsklassen X0

Ingen risk för angrepp på grund av att betongen saknar armering eller finns i en mycket torr miljö.

## 2.4 Var i en byggnad finns betong?

Betong återfinns i många delar av en byggnad eller runt den, t.ex. i fundament, grundplatta, bjälklag, stomme/balkar, trappor, hisschakt, ytterväggar, innerväggar, innergolv, innertak, yttertak och markbeläggningar. De flesta konstruktionselement av betong är armerad med stål nät/-stångar eller fiber (stål eller plast). Betongen kan vara

platsgjuten eller utgörs av element som prefabriceras i fabrik och sedan byggs ihop på byggplatsen eller levererats som modulhus. Vid rivning av en gammal byggnad kan man i ett idealfall erhålla ett material som bara utgörs av betong och frigjord ballast, eventuellt med inslag av armeringsstål som efter nedkrossning kan separeras bort med magneter. Andra komponenter som ibland finns i en osorterad rivningsfraktion är tegel, bruk och puts. Är materialet helt osorterat, som efter en totaldemolering, kan även andra oönskade materialslag uppträda, såsom asfalt/bituminösa material, gips, glas, trä, metaller, jord, lera och plast. Även när rivningsmaterialet kommer från en och samma byggnad och bara består av ren betong, utgörs denna inte sällan av betong av olika kvalitetsklasser, då betongen i regel härrör från olika byggnadsdelar med olika funktion och som varit utsatta för olika klimat och varierande mekanisk och kemisk påverkan. Kombinerar man sedan rivningsmaterial från olika byggnader av olika ålder så blir kvaliteten ännu mer varierande. Genom åren har olika cementtyper använts och användning av tillsatsmaterial har varierat. Ökande användning av tillsatsmedel har lett till att hållfastheten och kvaliteten hos betong vanligtvis är högre i yngre betong än i äldre.

### 3 Användning rivningsavfall som ballast i väg och anläggning

De vanligaste användningsområdena idag (bortsett från deponi och fyllnadsmassor) för den mineraliska fraktionen av bygg- och rivningsavfall är vägbyggnad, parkeringsplatser, markuppfyllnad, bullervallar och liknande konstruktioner (t.ex. Grönholm, 1997; Dittlau, 2013; Hermelin & Dittlau, 2004; Deloitte 2015). Eftersom rivningsbetong har en tendens att krossas och nötas ner till finare material vid belastning så har den främsta användningen i väg varit som förstärkningslager, vilket utsätts för lägre belastningar än bärlagret. Grönholm (1997) beskriver anläggning av testväg och hur man kan upparbeta mineraliska massor, t.ex. genom krossning, sortering och separering. Enligt Trafikverket kan ren krossad betong med fördel användas som obundet material i vägkonstruktioner, t.ex. i skyddslager och förstärkningslager (Vägverket, 2007). Användningen i sådana lager förutsätter dock relativt ren betong, dvs. avfallet måste i någon mån vara sorterat, krossat och siktat.

Som stöd för hantering av krossad betong i vägbyggnad föreslog Ydrevik (2000) ett system som Hermelin och Dittlau (2004) modifierade. Systemet delar in krossad betong i fyra kvalitetsklasser, beroende på den återvunna betongens kvalitet och renhet. Kvaliteten baseras på *den återvunna betongens* tryckhållfasthet (antingen dokumenterad eller provad på borrkärnor) eller micro-Deval (motstånd mot nötning,  $M_{DE}$ ), medan renhet baseras på innehåll av betong och andra komponenter (se Tabell 1 Kvalitetsklasser för ballast i vägar och gator Tabell 1).

Tabell 1 Kvalitetsklasser för ballast i vägar och gator

Klass	Betongkvalitet			Renhet			
	C-värde	Tryckhållfasthet (kärnor)	$M_{DE}$	Betong <sup>a</sup>	Tegel <sup>b</sup>	Lättbetong <sup>c</sup>	Övrigt <sup>d</sup>
		MPa					
1	≥C30/37	≥ 30	≤25	100	0	0	0
2	≥C20/25	≥ 20	≤35	≥ 95	≤ 5	≤ 1	≤ 0,5
3	≥C12/15	≥ 10	≤50	≥ 80	≤ 20	≤ 5	≤ 2
4	-	-	-	≥ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 10

a) ren ballast, cementpasta, samt kombination av dessa

b) mineraliskt material med kompakt densitet > 1,6 ton/m<sup>3</sup>, dvs. tegel, marmor, armering, andra metaller

c) mineraliskt material med kompakt densitet < 1,6 ton/m<sup>3</sup>, dvs. lättbetong, gips, lättmetaller, glas

d) allt som inte kan hänföras till övriga grupper, t.ex. trä, plast, papper och bitumen

Krossad betong av Klass 1 har som synes hög tryckhållfasthet (alt. lågt  $M_{DE}$ ) och innehåller 100 % betong, medan Klass 4 inte har några krav alls vad gäller tryckhållfasthet (eller  $M_{DE}$ ) och bara behöver innehålla 50 % betong. Resten kan vara andra tyngre och lättare mineraliska material samt upp till 10 % övrigt.

Ydrevik (2000) föreslår optimala användningsområden i väg i relation till de fyra kvalitetsklasserna (Figur 1). Några exempel är förstärkningslager i gång- och cykelvägar

(Klass 2 eller 3), förstärkningslager i vägar och gator (Klass 1 eller 2), skyddslager (Klass 3), samt underbyggnad och övriga fyllningar (Klass 4). Ydrevik (2000) rekommenderar att endast Klass 1 är optimal för användning i ny betong, men vid jämförelse med produktstandard för betong (SS 137003:2015 – svensk tillämpning av SS-EN 206) så skulle kvalitetsklasser 1 tom 3 fungera för ny betong; Klass 1 och 2 är den lämpligaste och motsvarar i stora drag Typ A i Tabell 5, medan Klass 3 är tillåten men inte optimal, då den motsvarar Typ B i Tabell 5. Notera dock att de gränsvärden för kvalitet i termer av tryckhållfasthet eller  $M_{DE}$ , som återges i Tabell 1, inte har sin motsvarighet i kvalitetsklassningssystemet för betongballast i Tabell 5. Klass 4 har ingen motsvarighet i standarder för betong och användningen får därför begränsas till underbyggnad och övriga fyllningar, alternativt förädlas till renare fraktioner av högre klass.

Användning	Kvalitetsklass			
	1	2	3	4
Ballast till ny betong/vältbetong	X	—	—	—
Cementstabiliserat grus	X	—	—	—
<b>Väg/gata</b> Obundet bärlager	X	X	—	—
<b>Väg/gata</b> Förstärkningslager	X	X		—
<b>Gång o. Cykelväg</b> Obundet bärlager	(X)	X	X	—
<b>Gång o. Cykelväg</b> Förstärkningslager	(X)	X	X	—
Skyddslager (undre först.lager)	(X)	(X)	X	—
Underbyggnad	(X)	(X)	X	X
Fyllningsmassor	(X)	(X)	(X)	X

X = lämplig användning

(X) = går att använda men mindre lämpligt p.g.a. för hög kvalitet

Figur 1. Tabell från Ydrevik (2000) med optimala användningsområden för krossad betong av olika kvalitetsklasser. Notera att för Klass 1 rekommenderas främst användning som ballast i ny betong, före andra användningsområden.

Användning av återvunnen ballast i underbyggnad och skyddslager kan förstås vara att föredra även för rivningsbetong av högre kvalitetsklass i vissa fall, när annan avsättning inte finns inom rimligt transportavstånd, men som generell avsättning för bygg- och rivningsavfall finns det risk i att materialet används i en tillämpning där det egentligen har för hög kvalitet. Som Figur 1 visar är det endast för Klass 4 användning som fyllnadsmassa är lämplig; när den krossade betongen är renare har den generellt för hög kvalitet.



Detta klassificeringssystem finns sedan några år tillbaka i den europeiska standarden SS-EN 13242 (*Ballast för obundna och hydrauliskt bundna material för användning i anläggningsarbeten och vägbyggen*) och Trafikverkets kravdokument TDOK 2013:0532 (*Alternativa material för vägkonstruktioner*). Klasserna i Tabell 1 känns igen i den klassning som används i dessa två dokument (Tabell 2), även om man är något generösare vad gäller Klass 1 och endast kräver att minst 95% ska vara betong och obunden sten, istället för 100 %. I Tabell 2 är  $R_c$  = betong, betongprodukter, bruk;  $R_{cu}$  = obunden sten plus det som ingår i  $R_c$ ; och  $FL$  = flytande material. Också i TDOK 2013:0532 finns krav för de olika klasserna på materialets tekniska prestanda, där antingen tryckhållfasthet eller motstånd mot nötning ( $M_{DE}$ ) måste uppfyllas enligt Tabell 3 (notera att tryckhållfastheten där anges för cylindrar respektive kuber, där det lägre värdet före snedstreck är för cylindrar, typiskt borrhärnor).

Enligt TDOK 2013:0532 är kravet med avseende på krossad betongs renhet minst Klass 1 eller 2 för *Förstärkningslager till belagda vägar* och *Bärlager till belagda vägar*, minst Klass 3 för *Skyddslager till belagda vägar*, samt minst Klass 4 för *Underbyggnad och övriga fyllningar*. Utöver klassificeringskrav tillkommer uppfyllnad av egenskaper såsom motstånd mot nötning och kornstorleksfördelning.

Tabell 2 Kvalitetsklasser för krossad betong med avseende på renhet (från TDOK 2013:0532)

Kvalitetsklass	Klassificering av sammansättning på återvunnen ballast <sup>(1)</sup>			
	Betong, betongvaror, murbruk, betong murverk (%)	Obundna material, sten, hydrauliskt bundna material (%)	Lättviktsmaterial (cm <sup>3</sup> /kg)	Övrigt material: kohesiva (ex. lera och jord), diverse metaller, trä, plast och papper (%)
Klass	$R_c$	$R_{cu}$	$FL$	$X$
1	$R_{c90}$	$R_{cu95}$	$FL_2$	$X_I$
2	$R_{c90}$	$R_{cu95}$	$FL_2$	$X_I$
3	$R_{c70}$	$R_{cu90}$	$FL_5$	$X_I$
4	$R_{c50}$	$R_{cu70}$	$FL_{10}$	$X_I$

<sup>(1)</sup> Enligt SS-EN 13242 Ballast för obundna och hydrauliskt bundna material för användning i anläggningsarbeten och vägbyggen (Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road

Tabell 3 Kvalitetsklasser för krossad betong med avseende på prestanda (från TDOK 2013:0532)

<b>Betongkvalitet</b>				
Ett av nedanstående värden ska uppfyllas.				
Krossad betong	Micro- Deval)	Dokumenterade uppgifter		Tryckhållfasthet kärnor <sup>(3)</sup>
		Hållfasthetsklass		
Klass		C-värde <sup>(2)</sup> <i>Mpa</i>	K-värde <i>MPa</i>	<i>MPa</i>
1	≤ 25	≥ C 30/37	≥ K40	≥ C 30/37
2	≤ 35	≥ C 20/25	≥ K25	≥ C 30/37
3	≤ 50	≥ C 12/15	≥ K12	≥ C 30/37
4	-	-	-	-

<sup>(2)</sup> Klasser för tryckhållfasthet, enligt SS-EN 206-1.

## 4 Användning rivningsavfall som ballast i betong

### 4.1 Standarder och bestämmelser kring återvunnen ballast i betong

Om man avser att använda mineraliskt bygg- och rivningsavfall i ny betong måste man beakta vad EU-standarderna säger om detta. De flesta typer av prefabricerade betongelement täcks av harmoniserade EU-standarder och ska därför, i enlighet med byggproduktförordningen, CE-märkas. För de standarder för prefabricerade betongelement som ligger under den tekniska kommittéen CEN/TC229 har många gemensamma punkter (t.ex. materialkrav) samlats i en horisontell standard, SS-EN 13369. För själva materialet betong hänvisar SS-EN 13369 till betongstandarden SS-EN 206-1, som gäller för både prefabricerad och platsgjuten betong.

Tre typer av återvunnen ballast nämns i såväl SS-EN 13369 som i SS-EN 206. Två av dessa, **tvättad ballast av restbetong** och **krossad ballast av restbetong** (benämns *återtagen ballast*), innebär endast materialåtervinning inom egna fabriken eller från överbliven betong på byggplats. Dessa typer har således aldrig använts i en verklig byggnad eller konstruktion, utan kan betraktas som produktions- eller byggspill.

Den tredje typen – **ballast av återvunna rivningsmaterial** – har däremot använts i byggnad eller konstruktion och definieras som "ballast från bearbetning av oorganiska material tidigare använda i konstruktion". Standarderna behandlar dock endast grov återvunnen ballast, dvs. sådan som enligt standarden för delmaterialet ballast (SS-EN 12620+A1:2008) har en ballastkornstorlek >2 mm.

#### 4.1.1 Grov ballast av återvunna rivningsmaterial

I SS-EN 13369 finns en informativ bilaga som ger rekommendationer för användning av ballast av restbetong och återvunnen ballast i betongelement. Enligt denna bilaga kan upp till 5 % av totala ballastmängden vara ballast av restbetong eller återvunnen ballast, utan andra krav än att den nya betongens tryckhållfasthet ska anges. Det rekommenderas att max 10 % av ballasten får utgöras av ballast av krossad restbetong eller återvunnen ballast, under förutsättning att restbetongens eller den återvunna ballastens ursprung är känt och att betongelementets hållfasthet provas. För både krossad restbetong och återvunnen ballast gäller då att den betong den kommer från ska ha minst lika bra hållfasthets- och beständighetsegenskaper som vad som krävs i det nya elementet. Högre halter än 10 % kräver att alla egenskaper hos betongen ska provas och att hållfastheten hos de färdiga betongelementen ska provas i full skala.

Detta är alltså bara rekommendationer och det anges att de regler som, vid publiceringen av SS-EN 13369:2013 i april 2013, höll på att utarbetas i EN 206 bör beaktas (nu gällande utgåva är SS-EN 13369:2018). I december samma år gavs den nya versionen av SS-EN 206 ut, vilken även den bara innehåller rekommendationer när det gäller återvunnen ballast. Dessa har dock i den svenska tillämpningsstandarden till SS-EN 206, SS137003, med bara smärre modifieringar införts som bindande regler i Sverige. Istället för att förlita sig på kändedom om den krossade betongens ursprung, som i SS-EN 13369, så sker klassificeringen här helt enligt ballaststandarden SS-EN

12620. Klassificeringen bygger på innehåll och halter av betong och andra materialslag i rivningsavfallet. Eftersom SS-EN 12620 är harmoniserad ska återvunnen ballast CE-märkas (med andra ord ska alltså såväl delmaterialet ballast som generellt den färdiga betongprodukten CE-märkas). Grunden för att ta fram halter av olika materialslag för den nödvändiga klassificeringen är analysmetoden SS-EN 933-11, där riktlinjer för sortering och redovisning av bygg- och rivningsavfallet i ett antal kategorier ges. Kategorierna för olika materialslag som kan finnas i rivningsavfall visas i Tabell 4.

Baserat på halterna av respektive kategori och rekommendationer i SS-EN 206 specificerar SS 137003 två olika kvalitetsklasser för återvunnet rivningsavfall tänkt som ballast till ny betong – Typ A och Typ B – enligt Tabell 5.

Tabell 4 Klassificering av ÄV ballast enligt SS-EN 933-11

Kod	Komponenter i ÄV ballast	Enhet
Rc	Betong, betongprodukter, murbruk, betongblock	vikt-%
Ru	Obunden ballast, natursten, hydrauliskt bunden ballast	vikt-%
Rb	Murverkselement/produkter av lera (dvs. tegelstenar och kakelplattor), murstenar av kalksandsten, icke-flytande lättbetong	vikt-%
Ra	Bituminösa material	vikt-%
Rg	Glas	vikt-%
FL	Partiklar som flyter i vatten (trä, plast, växtdelar, frigolit, osv.)	cm <sup>3</sup> /kg
X	Övrigt: lera och jord, metaller, ej flytande trä och plast, gummi, gipsbruk	vikt-%

Tabell 5 Kvalitetsklass för ÄV ballast baserat på ingående delmaterial

Kod	Delmaterial/egenskap	Typ A	Typ B	Enhet
Rc	Betong (etc.)	≥ 90	≥ 50	vikt-%
Ru+Rc	Obunden ballast + Betong (etc.)	≥ 95	≥ 70	vikt-%
Rb	Murverkselement/produkter av lera (etc.)	≤ 10	≤ 30	vikt-%
Ra	Bituminösa material	≤ 1	≤ 5	vikt-%
Rg+X	Glas + Övrigt	≤ 1	≤ 2	vikt-%
FL	Partiklar som flyter i vatten	≤ 2	≤ 2	cm <sup>3</sup> /kg
	Yttorr korndensitet	≥ 2100	≥ 1700	kg/m <sup>3</sup>
	Flisighetsindex	-	≤ FI <sub>40</sub>	
	Inverkan på initial bindetid	-	≤ A <sub>40</sub>	
	Halt vattenlöslig sulfat	≤ 0,7		vikt%
	Motstånd mot fragmentering	b)		
	Vattenabsorption <sup>a)</sup>	≤ 1		%

a) Om vattenabsorption är ≤1 % kan ballasten anses vara frostresistent. Om >1 % och ballasten är avsedd för exponeringsklasserna XF1 tom XF4, så måste frostresistensen visas enligt SS-EN 1367-1 eller SS-EN 1367-2 (XF1 och XF3, kategori F1), eller SS-EN 1367-7 (XF2 och XF4, kategori FNaCl ≤ 2).

b) I SS-EN 206 rekommenderas gränsen ≤ LA50

Oavsett kvalitetstyp måste återvunnen ballast enligt SS-EN 12620, utöver kraven i Tabell 5, leva upp till följande krav:

- Misstänks förekomst av osläckt kalk, så måste speciella åtgärder vad gäller volymstabilitet vidtas (SS EN 12620+A1:2008, 5.7.2).
- Om det finns gränskrav på alkalihalt i den nya betongen, så måste alkalihalten i den gamla betongen mätas och tas med i beräkningarna (SS EN 12620+A1:2008, G.3.2).
- Så länge inte motsatsen bevisats ska återvunnen ballast betraktas som potentiellt alkalisilika-reaktiv (ASR). ASR ballast kan ge skador på betongen inifrån över tidshorisonter på decennier, till följd av att lättlösliga SiO<sub>2</sub>-faser i ballasten (t.ex. extremt finkornig kvarts) reagerar med alkalier och vatten i cementets porlösningar och bildar expanderande reaktionsprodukter (SS EN 12620+A1:2008, G.3.2).

Om den återvunna ballasten klarar kraven för någon av de två kvalitetsklasserna, så kan den användas i reglerade halter vid tillverkning av ny betong. Den andel av den primära grovkorniga ballasten som får ersättas med återvunnen ballast bestäms av den återvunna ballastens kvalitetsklass (Typ A eller B enligt Tabell 5) och den nya betongens avsedda exponeringsklass (Tabell 6).

Tabell 6 Tillåten andel återvunnen ballast i olika hållfasthets- och exponeringsklasser (SS EN 206:2013+A1:2016, tabell E.2)

ÅV ballastklass <sup>a)</sup>	Exponeringsklass			
	XO	XC1, XC2	XC3, XC4, XF1, XA1, XD1, XS1	Övriga klasser
Typ A	50 %	30 %	30 %	0 % <sup>b)</sup>
Typ B <sup>c)</sup>	50 %	20 %	0 %	0 %

a) Gäller endast grov ballast – definition SS-EN 12620+A1:2008:  $D \geq 4$  mm,  $d \geq 2$  mm

b)  $\leq 30$  % om återvunna betongen har minst samma tryckhållfasthet och exponeringsklass som den nya

c) Får ej användas i ny betong med hållfasthetsklass  $> C_{30}/37$

I de strängaste miljöerna, t.ex. frysning/upptining under vattenmättade förhållanden och/eller betong utsatt för havsvatten eller avisningssalter, rekommenderas det alltså att inte använda återvunnen ballast över huvud taget ("Övriga klasser" i Tabell 6). I den minst stränga miljön, inomhus i mycket torrt klimat (Xo), får upp till 50 % av den grova sorteringen vara återvunnen ballast av Typ A eller B. För exponeringsklasser mellan dessa två extremer kan upp till 30 % av Typ A användas. Utöver i Xo får Typ B endast användas i de exponeringsklasser som är något mer utsatta eller benägna till karbonatisering (XC1, XC2) och då i en halt på upp till endast 20 %. För Typ B finns också en begränsning till lägre hållfasthetsklasser ( $\leq C_{30}/37$ ) för den nya betongen.

När det gäller de tillåtna halterna av ÅV ballast i Tabell 6 är det viktigt att ha i åtanke att de endast gäller den grova ballastfraktionen, inte den totala ballastmängden. Eftersom den grova fraktionen normalt utgör omkring halva ballastmängden i betong, betyder det att gränsen på upp till 50 % ersättning vid Xo i realiteten innebär en ersättning på endast 25 % av hela ballastmängden. Detta är i dagsläget en begränsning som standarden anger men som inte nödvändigtvis är tekniskt motiverad. Med större

erfarenhet av användande av återvunnen ballast i betong i verkliga konstruktioner är det möjligt att standarden i framtiden revideras och öppnar för högre ersättningsgrader.

## 4.1.2 Fin ballast

Finfraktionen (0–2 mm), inklusive filler, nämns inte specifikt vad gäller återvinning av ballast, vare sig i betongstandarderna (SS-EN 206 och SS137003) eller ballaststandarderna (SS-EN 12620), och således finns varken regler eller förbud. En möjlig tolkning av detta är att om återvunnen ballast <2 mm uppfyller samma krav som motsvarande primära ballast, så får den användas på samma sätt. De generella kraven på finfraktion och filler rör framförallt kemiska egenskaper, såsom högst tillåtna halter klorider, svavel och sulfater, samt begränsningar i beståndsdelar som påverkar betongens bindetid. I detta sammanhang är det intressant att jämföra med stenmjöl, dvs. 0–2 mm-fraktionen av krossberg. Den är normalt mer vattenkrävande än sand (0–2 mm), vilket gör den färsk betongen mer svårbehandlad och kan öka behovet av cement för att bibehålla önskad hållfasthet. Minskad cementanvändning är något som branschen eftersträvar av såväl ekonomiska som miljömässiga skäl. Eventuellt kan återvunnen ballast av finfraktion ge bättre reologiska egenskaper än stenmjöl, vilket kan gynna användning av återvunnen ballast <2 mm framför stenmjöl. En möjlig metod för att testa denna egenskap är att blanda ett bruk med bestämt vatten-cement-tal (vct) och konstanta proportioner mellan volym cementpasta och volym ballast (t.ex. 0,6/0,4), och därefter mäta flytmåttet med en Hägermannkon. Om flytmåttet för bruket med återvunnen ballast blir högre har den sugit mindre mängd vatten och är mindre vattenkrävande.

En annan potentiell, om än mycket spekulativ, fördel med återvunnen ballast av finfraktion är att den möjligen kan innehålla en hög andel fina partiklar ( $\leq 0,063$  mm) som är mer eller mindre reaktiva, t.ex. ej fullständigt hydratiserad cement. Den skulle i så fall i viss utsträckning bidra till betongens hållfasthet och skulle därmed kunna räknas som ett reaktivt tillsatsmaterial (Typ II enligt SS-EN 206) och ersätta en del av cementet. Reaktiviteten (aktivitetsindex) för finfraktionen skulle kunna bestämmas på i princip samma sätt som för granulerat masugnsslagg eller flygaska.

## 4.1.3 Modifierade ballasttestmetoder

Vid provning av bygg- och rivningsavfall avsett att användas som återvunnen ballast i betong kan utförandet av gängse SS-EN-metoder av olika anledningar behöva modifieras, eftersom provningsmetoden i sig ibland kan förändra materialet. Ett exempel är siktning, som potentiellt kan skada återvunnen ballast mer än jungfrulig ballast, på grund av att den förra generellt har sämre motstånd mot nötning och fragmentering än den senare. Siktningen kan då skapa högre halter av finmaterial och en siktkurva förskjuten åt de finare kornfraktionerna (Stenberg & Schouenborg, 1997). De noterar t.ex. att mängden material <8 mm som bildas under 10 minuters siktning är 0,2 vikt% för granitballast, 1–2 vikt% för tegel och så hög som 5–6 vikt% för krossad betong, och föreslår därför att siktiden minskas för de två senare, till t.ex. en femtedel av normaltiden och att provmängden samtidigt reduceras proportionerligt. Eftersom den totala siktiden blir densamma, fast materialet delas upp på ett antal mindre prover, blir processen förstås mer arbetsintensiv då proceduren upprepas flera gånger istället för en gång. Även vattenabsorption kan behöva bestämmas med en modifierad metod, där vattenmättnad sker i vacuum istället för vid atmosfärstryck (Schouenborg mfl, 2003). Vid frostprovning kan man behöva undvika den konditionering/förtorkning som görs av provmaterialet före själva testet, då konditioneringen i sig kan påverka

krossad betong och andra cementbaserade ballastmaterial i negativ riktning (Jacobsen & Solberg, 2000). Även vid analys av sprödhet måste man tänka sig för när man planerar sin provning av heterogena ballastmaterial, såsom rivningsbetong, då standardiserad metod påverkar materialet oproportionerligt mycket med avseende på nötning (Ewertsson mfl, 2000).

Mer utförliga förslag för modifiering av testmetoder finns i Kap 7.

#### 4.1.4 Förslag på revision av befintligt klassificeringssystem

I EU-projektet RE<sup>4</sup> (*REuse and REcycling of CDW materials and structures in energy efficient pREfabricated elements for building REfurbishment and construction*, [www.re4.eu](http://www.re4.eu)) har ett förslag på revision av det befintliga klassificeringssystem som presenterades i Tabell 5 och Tabell 6 tagits fram. Det slutgiltiga förslaget på nya och omarbetade kvalitetsklasser som presenteras i RE<sup>4</sup>-rapport D7.8 visas i Tabell 7 och är just ett förslag; det officiella som gäller som rekommendation i EU och som bindande i Sverige är det med Typ A och Typ B, i enlighet med SS-EN 206 respektive SS 137003.

Tabell 7 Föreslagen revision av klassificeringssystem (från Rapport D7.8 i EU-projektet RE<sup>4</sup>)

Property	Type A+	Type A	Type B	Type L
Density (oven dry) [kg/m <sup>3</sup> ]	> 2000	> 2000	> 2000	≤ 2000 (To be declared)
Rc+Ru [%]	≥ 95 %	≥ 90 %	≥ 70 %	---
Rb [%]	≤ 5 %	≤ 10 %	≤ 30	---
Rc+Ru+Rb [%]	---	----	≥ 90 %	≥ 95 %
Ra [%]	≤ 1 %	≤ 2 %	≤ 5 %	≤ 5 %
FL	≤ 0,2 %	≤ 2 %	≤ 2 %	≤ 5 %
X+Rg [%]	≤ 0,5 %	≤ 1 %	≤ 2 %	≤ 5 %
Shape	≤ FI <sub>35</sub> or ≤ SI <sub>40</sub>	≤ FI <sub>50</sub> or ≤ SI <sub>55</sub>	To be declared	To be declared
Water soluble sulfates	≤ SS <sub>0,2</sub>	≤ SS <sub>0,2</sub>	≤ SS <sub>0,8</sub>	≤ SS <sub>0,8</sub>
Influence on setting time	≤ A <sub>10</sub>	≤ A <sub>40</sub>	≤ A <sub>40</sub>	≤ A <sub>40</sub>
Water absorption	≤ 5%	≤ 10 %	To be declared	To be declared

Motiven till att revidera och utöka befintliga klasser är framförallt:

- Det separata krav på lägsta halt av betongfragment (Rc) som det befintliga systemet stipulerar är omotiverat, eftersom det kvalitetsmässigt kan vägas upp av högre innehåll av obunden sten (Ru). Betong och sten är kvalitetsmässigt (med avseende på hållfasthet) jämförbara. Sannolikt har man inte tänkt på att visa mineraliska rivningsfraktioner kan ha ett ganska högt innehåll av sten, från såväl den krossade betongen i sig som från schaktmassor. I det nya förslaget rekommenderar man därför att ta bort det separata kravet på Rc och bara gå på totalinnehåll sten och betong, dvs. Rc+Ru (Rapport D4.4 från EU-projektet RE<sup>4</sup>). Jämför Tabell 5 och Tabell 7.
- Att ha lägre densitetskrav för lägre klasser av normalviktballast är omotiverat. Lägre densitet kan dock tillåtas för klassen för återvunnen lättballast (Typ L i Tabell 7).
- Att införa en kvalitetsklass med högre krav än Typ A innebär en ballast som mer eller mindre är likvärdig med primär/jungfrulig ballast. Förekomst av en sådan "top-notch-klass" bidrar förhoppningsvis till att öka rivnings- och återvinningskedjans ambitioner att sortera ännu effektivare, då man med Typ

A+ får kvalitetsmässig och därmed också ekonomisk belöning för sina högre ambitioner.

För mer detaljer hänvisas till RE<sup>4</sup>-rapporterna D4.4 och D7.8 och det ska återigen understrykas, att den revision som redogjorts för i detta kapitel är ett förslag från ett forskningsprojekt och inte gällande produktstandardrekommendation. Arbete med att försöka få igenom förslaget i kommande revideringar av EN 206 och SS 137003 pågår dock i aktuella standardiseringskommittéer.



## 5 Hinder och möjligheter för återvinning

### 5.1 Potentiellt farliga ämnen i bygg- och rivningsavfall

Generellt innehåller inte den krossade betongen i sig ämnen som kan vara skadliga för människa eller miljö; dessa finns snarare i andra materialslag som kan finnas ihop med betong i rivningsavfall. Under vissa perioder har man vid byggande av hus använt material som senare visat sig orsaka hälsoproblem och förbjudits. Exempel på sådana är ”blåbetong” (lättbetong baserad på uranrik alunskiffer) och byggprodukter med asbestcement och PCB-haltiga massor. Förekomst av dessa material i en byggnad som ska rivras måste inventeras och saneras och/eller hanteras på ett säkert sätt.

”Blåbetong” tillverkades i Sverige från 1929 till 1975, men kan förekomma i byggnader uppförda så sent som 1985. En relativt hög halt av uran i blåbetongen gör att den avger gammastrålning och gasen radon. Gammastrålning och radonhalt i blåbetong från olika källor varierar. Halterna är dock aldrig så höga att de innebär någon hälsorisk vid kortvarig exponering, vid t.ex. rivning. Materialet ska dock inte ingå i återvunnen ballast för ny betong, dock kan den ingå i återvunnen ballast för användning i vägar och liknande.

Asbest är en mineralfiber som använts i främst asbestcementprodukter som vägg- och takplattor och ventilationsrör. Asbestcementplattor (eternitplattor) har tillverkats i Sverige sedan 1907, men fick sitt stora genombrott 1930. 1977 förbjöds dessa då det hade uppdagats att asbestfibrerna orsakade flera typer av allvarliga lungsjukdomar. Asbestcementprodukter i befintliga byggnader orsakar inga problem så länge de inte rivs ner eller bearbetas. Yrkesmässig hantering av produkterna vid ombyggnad, rivning eller renovering kräver tillåtelse av Arbetsmiljöverket och ska genomföras enligt deras säkerhetsföreskrifter och riktlinjer.

PCB (polyklorerade bifenyler) är cancerogena ämnen som använts som isolerande material i industriprodukter sedan 1930-talet. Under åren 1956 till 1973 användes de i fogmassor och golvmassor för byggnader. 1973 förbjöd Naturvårdsverket användning av PCB i öppna system och 1979 förbjöds det helt. Vid renovering och rivning ska PCB-förekomsten inventeras och saneras före rivning.

PAH (polycykliska aromatiska kolväten) är en grupp organiska föreningar där flera medlemmar har cancerogena, mutagena och/eller fosterskadande egenskaper. Vidare är många PAH långlivade, bioackumulativa och giftiga. PAH kan möjligen dyka upp i rivningsavfall från verkstäder, industrier eller garage, där oljeläckage kontaminerat betongen, eller från vissa bituminösa partiklar, t.ex. så kallad tjärasfalt.

De tungmetaller man vanligtvis listar som potentiellt farliga är arsenik, barium, bly, kadmium, kobolt, koppar, krom, nickel, vanadin, zink, antimon, molybden, kvicksilver och selen. Som med många andra ämnen är det generellt inte själva betongen och stenen som utgör potentiell källa till dessa, utan andra byggmaterial som kan förekomma i rivningsavfallet. Exempel är bly som kan finnas i gamla rör och kabelmantlar, och i tillsatser i PVC-rör och färg, kadmium som har använts som

stabilisator och färgpigment i plast, samt kvicksilver som har använts i kontrollodon, mätare och innerfodring i rör. Dessutom förekommer tungmetaller i olika färgpigment.

En potentiellt hälsofarlig tungmetall som kan härledas till själva betongen är sexvärt krom ( $\text{Cr}^{\text{VI}}$ ). Krom förekommer i naturen vanligtvis i sin stabila trevärda form ( $\text{Cr}^{\text{III}}$ ), men kan dyka upp i miljön om den oxideras till sin vattenlösliga, hälsofarliga sexvärda form. Krom finns i råvarorna man använder vid cementtillverkningen och kan oxideras i tillverkningsprocessen, men sedan 80-talet är sexvärt krom i cement begränsat till 2 ppm och man tillsätter därför en reduktionsagent vid cementtillverkning för att motverka denna oxidation. I historisk rivningsbetong utgör dock möjlig förekomst av sexvärd krom en potentiell risk. Helsing (2019) har genomfört en studie i ämnet och beskriver bland annat hur man kan minska risken för sexvärt krom från äldre rivningsbetong, genom exempelvis god sortering och så ren betong-/sten-fraktion som möjligt, då tegel och gips ökar utlakning, eller accelererad karbonatisering av rivningsbetongen följt av tvättning och omhändertagande av lakvatten.

Begränsningar i totalhalter eller lakbara halter från återvunnen ballast i ny betong saknas idag i gemensamma regelverk. Naturvårdsverkets handbok (2000) för återvinning av avfall i anläggningsarbeten ger endast rekommendationer och då endast för granulära avfall i icke-bundna användningar, inte för användning i tex betong eller asfalt. Generellt kan sägas om rivningsbetong och potentiellt farliga ämnen, att ju större kontroll man har över inventering, identifiering och bortplockning av farliga ämnen/material redan i rivningsskedet, desto mindre risk få med potentiellt farliga ämnen till den del av rivningsavfallet man återvinner till ballast. Processer med sortering, tvättning och noggrann provtagning av materialet under återvinningsförfarandet reducerar denna risk ytterligare.

## 5.2 Material och ämnen som kan påverka kvalitet som ballast

Den vanligaste materialkombinationen vad gäller betong i gamla hus är armeringsjärn i armerade delar. Återvinningsföretagen har dock utvecklat metoder för att krossa betongen så att armeringsjärnet frigörs och sedan separeras med hjälp av magneter. I modernare byggnader där man använder sig av s.k. sandwichelement kan det potentiellt bli svårare att återvinna rena materialströmmar i framtiden. Om byggnaden rivits i sin helhet (totaldemolering) kan naturligtvis i stort sett alla de material som nämns under sektionerna 2.4 och 5.1 förekomma, mer eller mindre fast kombinerade med betongen.

För att kunna använda rivningsavfallet som ballast i ny betong skall det idealiskt sett bara bestå av krossad betong och fria ballastkorn. Murverk (t.ex. tegelsten och tegelpannor) kan beroende av sammansättning vara lika stark eller tom starkare än den krossade betongen, men också mycket svagare. Generellt är tegel relativt porös och därmed vattenabsorberande, vilket inte är önskvärt. På samma sätt kan asfalt/bituminöst material suga vatten och dessutom motverka cementreaktionerna (dvs. de kemiska reaktioner som sker mellan cementklinker och vatten och leder till hållfasthet). Glas kan vara lättlöslig i starkt alkalisk miljö (t.ex. betong) och bidra till skadliga alkalisilikareaktioner (ASR), som utgör ett beständighetsproblem för betong. Amfotära metaller (t.ex. aluminium, mässing och koppar) kan reagera i cementpastans starkt alkaliska miljö med vätgasbildning som resultat. Gasen expanderar och kan påverka porstruktur i negativ riktning. Metalliskt järn nära ytan kan rosta och skapa rostfläckar på betongens yta som kan ha en negativ estetisk påverkan. Gipsrester kan

påverka bindetiden och färskas betongens konsistens negativt, samt orsaka försenad ettringitbildning i härdad betong, med sprickbildning som följd (sulfatangrepp). Förhöjda halter av klorid i bulkmaterialen kan ge armeringskorrosion och därmed äventyra beständigheten.

Det står helt klart att hur användbar den mineraliska fraktionen från bygg- och rivningsavfall är beror på dess renhet, dvs. hur väl man lyckats hålla isär olika avfallsfraktioner. Gynnsamt är förstås om man redan i rivningsskedet har kunnat separera de olika komponenterna, men även ett relativt blandat avfall kan separeras och sorteras mer eller mindre automatiserat. Grönholm (1997) redogör för de steg som måste till i förädlingsprocessen. Om betongblocken är större än krossens inmatningsöppning reduceras de till rätt storlek med hjälp av betongsax eller betonghammare monterad på en grävmaskin. Krossinställningar kan behöva justeras från de man vanligtvis använder på t.ex. krossberg, eftersom avfallet generellt är mindre tåligt mot fragmentering och nötning och därför lättare ger upphov till mer finmaterial. Finmaterialet är en mindre eftertraktad produkt och kan därmed bli svår att göra sig av med. På grund av dammbildning så är det bra att bevattna krossmaterialet. Innan krossningen sorteras vanligtvis matjord, lera och silt bort, för att få renare sorteringar och mindre damm. Armering separeras bort med magneter, medan övriga icke-magnetiska föroreningar kan separeras bort med olika typer av mekaniska siktar, vindsiktar och/eller vattentvätt. Potential finns också i automatiserade sorteringsanläggningar där man använder t.ex. NIR-teknik (Near-Infrared) och specialkameror, för att vägleda robotar att plocka bort oönskade material.

## 5.3 Exempel på sorteringsmöjligheter

Moderna återvinningsanläggningar använder olika tekniker för att få ut rena(re) materialfraktioner från blandat avfall. Ofta involverar dessa tekniker flera steg av krossning, torr- och våtsällning, siktning, tvättning med högtrycksvatten och pressning av slam till kaka (se bland annat rapporterna D1.3, D2.3 och D7.6 från EU-projektet RE<sup>4</sup>). Till detta används utrustning såsom "attrition cell scrubbers" (nötningcell), "counter flow classification units" (motflödesklassering) och spiraler. Med sådan metodik och utrustning kan lättviktsmaterial som plast, organiska ämnen och trästycken/-flisor, samt metaller effektivt sorteras ut i separata fraktioner.

Som ett exempel på hur en modern återvinningsanläggning fungerar beskrivs här hur ett företag som tillverkar denna typ av anläggningar (och som var en partner i RE<sup>4</sup>-projektet) arbetar, för att sortera blandat avfall till rena materialfraktioner (finns utförligare beskrivet i rapporten D2.1 från EU-projektet RE<sup>4</sup>). Innan rivningsavfallet kommer till företagets anläggningar krävs följande steg:

- Borttagning av farliga material (asbest, kemikalier, osv.)
- Borttagning av ledningar, kablar, styrdon
- Borttagning av material som kan återanvändas eller återvinnas separat, tex. timmer, metallbalkar, koppar, plast, gipsskivor
- Rivning av byggnad
- Borttagning av schaktmassor och stenblock
- Uppsamling och transport av blandat bygg- och rivningsavfall till återvinningsanläggning

När det blandade rivningsavfallet kommer till återvinningsanläggningen genomförs följande steg:

- Bortsållning av partiklar >100 mm, medan endast partiklar <100 mm fortsätter direkt in i systemet. De bortsållade partiklarna (vanligen stora hårda partiklar av tegel, betong eller sten) krossas och matas in i processen igen
- Borttagning av järn och stål, med hjälp av magneter integrerade i löpande-band-systemet
- Partiklar <100 mm går in i sorteringsystemet och sorteras till:
  - ballast 4-100 mm
  - sand 0-4 mm
  - silt och lera < 63  $\mu\text{m}$
  - lättviktsmaterial, t.ex. trä, plast, organiska ämnen
  - metaller

## 6 Avslutande ord och rekommendationer

För att återvinningen av rivningsbetong i ny betong och i konstruktioner av mer högvärdig kvalitet ska öka, jämfört med hur det ser ut idag, så krävs det att den är relativt ren från andra avfallsslag. Kvalitetskraven i standarder är ganska tydliga i hur materialet ska se ut och klassificeras, för att användning som sekundär ballast ska komma i fråga. En slutsats är därmed att det är fullt tekniskt möjligt att använda återvunnen ballast i ny betong eller mer högvärdiga delar av väggkropp, men att den bristande användningen istället beror på andra påverkande faktorer. Denna slutsats delas även, alternativt berörs på olika sätt, av bland annat Stenmark m.fl. (2014), Palm m.fl. (2015) och Eklöf m.fl. (2016). Exempel på sådana påverkande faktorer att hantera och lösa är hur stabila flöden (med avseende på såväl volymer och kvalitet) av avfall säkerställs, hur transport och sortering planeras och optimeras, platsbrist på betongfabrik att hantera ytterligare ballastfraktioner, hur återvunnen ballast görs konkurrenskraftig och efterfrågad när vi i Sverige har så god tillgång på billig och pålitlig jungfrulig råvara, hur affärsmodeller som är mer optimala i sammanhanget och som fördelar kostnaderna över aktörerna bättre kan utformas, samt hur regelverk och krav från myndigheter kan göras tydligare, i de fall de upplevs som oklara.

Att det idag finns många påverkande faktorer som utgör hinder eller flaskhalsar för att nå ett mer cirkulärt flöde av avfall och material, ska inte ses som en situation som inte går att påverka utan något som går att lösa. Exempelvis skulle man kunna lösa de problem som rör stabila flöden, kvalitet och platsbrist hos betongfabriker genom att en traditionell ballastleverantör tar emot rivningsbetongen i sin täkt och där blandar önskad mängd återvunnen ballast med den jungfruliga, istället för att återvunnen ballast går direkt till betongfabrik. En viss sortering kan då säljas direkt till betongfabriken, där den exakta halten återvunnen ballast i sorteringen kan justeras upp och ned i takt med svängningar i volymen av återvunnen ballast som kommer in till täkten. Dessutom är det täktinnehavaren som generellt har system, rutiner och startkostnader färdiga för att hantera CE-märkning och certifiering av ballastsorteringar, varför man genom en sådan lösning även kommer åt problematiken kring att även den återvunna ballasten måste CE-märkas.

### 6.1 Rekommendationer längre tidshorisont

#### 6.1.1 End-of-waste-kriterier

Ta fram End-of-Waste-kriterier (EoW) för rivningsavfall, till exempel enligt brittisk modell. Nödvändigt för att göra klart och tydligt för alla inblandade vad som gäller och minska osäkerheten i tillståndsprövningen. Utan tydliga riktlinjer (till exempel i form av EoW-kriterier) riskerar andra åtgärder som krav i upphandling eller skatt på deponi vara verkningslösa eller åtminstone svaga, om det ändå fastnar i osäker och tidsödande tillståndsprövning.

**Målgrupp:** Naturvårdsverket tillsammans med till exempel Boverket och Trafikverket

## 6.1.2 Livscykelperspektiv

Gör livscykelperspektivet till ett starkt kriterium i offentlig upphandling, det vill säga att man får bonuspoäng utifrån detta samtidigt som det naturligtvis inte styr helt. Dessutom måste en LCA-bedömning ta hänsyn inte bara till CO<sub>2</sub>-ekvivalenter utan också andra miljöparametrar, så som resursutnyttjande, markanvändning, biodiversitet med mera. Att endast titta på CO<sub>2</sub> riskerar att användning av sekundära material (till exempel rivningsbetong) inte ökar, eftersom återvinning av rivningsbetong ofta har marginell påverkan vad gäller just den faktorn, utan kanske är starkare vad gäller resurs-mark-biodiversitet.

**Målgrupp:** Kommuner

## 6.1.3 Bästa praxis

Sprid bäst praxis vad gäller FoU-läget på området till kommunerna/beställarna, som till exempel vilka sekundära material som kan användas på vilket sätt och hur, så att de kan ställa krav i (offentliga) upphandlingar.

**Målgrupp:** Universitet och högskolor, forskningsinstitut (att jobba vidare med)

## 6.1.4 Kunskapsspridning

Sprid kunskap och sök påverka Naturvårdsverket vad gäller riktlinjerna (och handboken) som stöd till kommuner och andra tillsynsmyndigheter, att krav bör ställas på lakbarhet och biotillgänglighet vad gäller olika ämnen, snarare än totalhalter (som kan vara hårt bundna och därmed inerta).

**Målgrupp:** Universitet och högskolor, forskningsinstitut (att jobba vidare med)

# 6.2 Rekommendationer kortare tidshorisont

## 6.2.1 Sortering för högre teknisk funktion

Om avfallsfraktionerna hålls isär och så rena som möjligt, så är återvinning möjligt på riktigt (det vill säga inte downcycling). Rivningsavfalls tekniska kvalitet och därmed ekonomiska värde ligger i att den nästan enbart (>95%) består av krossad betong och obundet stenmaterial – i sådant fall får den högsta klassning och kan användas i relativt höga proportioner i många typer av betong (dock ej de med högst exponeringsklasser). Med ökad inblandning av tegel, keramik, porslin, glas, metall, bituminösa partiklar sjunker kvalitetsklass snabbt och materialet blir bara användbart till de minst utsatta betongtyperna. Ytterligare osorterat så är materialet möjligen lämpligt som fyllnadsmaterial och då talar vi egentligen om downcycling.

**Målgrupp:** Rivnings- och återvinningsföretag, byggherre (ansvarig för eller ägare av rivningsobjekt), potentiella mottagare/användare (vägentreprenör, ballasttåkt eller betongproducent)

## 6.2.2 Sortering för säkerhet, hälsa och miljö

Separerade fraktioner möjliggör inte bara lättare kontroll av teknisk prestanda och att hitta rätt användning för rätt material, det blir också i de flesta fall lättare följa upp eventuella risker för människa och miljö, vad gäller (potentiellt) kontaminerande ämnen. Det är exempelvis svårare att veta var orsaken ligger i en mix av krossad betong, tegel, bituminöst material, glas och trä, än när dessa utgör fem rena fraktioner.

**Målgrupp:** Rivnings- och återvinningsföretag

## 7 Handledning återvinning av rivningsavfall till betongballast

Enligt Miljöbalken 15 kap 1§ definieras ett avfall som ”*varje ämne eller föremål som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med*”. När ett material har fått status ”avfall” gäller särskilda regler för dess hantering, bearbetning och lagring.

För försäljning och användning av så kallad primär ballast (t.ex. krossberg och naturgrus) gäller två lagstiftningar:

- Byggproduktförordningen (EC 305/2011) – reglerar hur teknisk prestanda och funktion för material och produkter ska testas och redovisas, typiskt genom harmoniserade EU-standarder. Genererar prestandadeklaration och CE-märke för produkter. I Sverige är det Boverket som ansvarar för information och tillsyn av lagens efterlevnad.
- Kemikalielagstiftningen REACH (EC 1907/2006) – kemisk information enligt REACH-lagstiftningen (*”Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals”*) skall bifogas prestandadeklarationen. Kemikalieinspektionen ansvarar för efterlevnad i Sverige.

För ett återvunnet material som (sekundär) ballast tillkommer ytterligare lagstiftning:

- EU:s Avfallsdirektiv (2008/98/EC) – reglerar användning och hantering med avseende på miljö och människas hälsa. Naturvårdsverket ansvarar för lagens efterlevnad i Sverige. Miljöprövning för tänkt användning görs av den lokala tillståndsmyndigheten, i regel kommunen.

Avfallsdirektivet specificerar de åtgärder som krävs för att genom återvinning göra ett avfall till en så kallad *sekundär råvara*, som fortsättningsvis regleras genom aktuell produktlagstiftning (tekniska standarder). Enligt Naturvårdsverket sker detta när:

- Användning av ämnet eller föremålet inte kommer leda till allmänt negativa följder för miljön eller människors hälsa
- Det finns ett specifikt användningsområde för ämnet eller föremålet
- Det finns en marknad eller efterfrågan på ämnet eller föremålet
- Ämnet eller föremålet har likvärdiga egenskaper som andra produkter som finns på marknaden
- Ämnet eller föremålet uppfyller de tekniska kraven för det tänkta användningsområdet och befintlig lagstiftning för produkter

För ett antal avfallstyper finns EU-gemensamma så kallade End-of-Waste-kriterier för när dessa punkter kan anses uppfyllda, vilket innebär att det är tydligare för inblandade aktörer (ägare av avfall, återvinningsföretag, myndigheter, kunder, samhälle, osv) vad



som gäller och vad som måste uppfyllas när det kommer till teknisk prestanda och nivåer av potentiellt farliga ämnen och substanser, för att avfallet ska räknas som återvunnet till sekundärt material. Denna tydlighet ger större trygghet och kortare ledtider, då man inte måste invänta myndighetsbeslut i varje enskilt ärende. Idag finns dock endast End-of-Waste-kriterier (på EU-nivå) för glas, järn, stål, koppar och aluminium. Nationella End-of-Waste-kriterier för rivningsavfall till ballast finns bland annat i Storbritannien. Eftersom det inte finns nationella End-of-Waste-kriterier i Sverige, för återvinning av rivningsavfall till sekundär ballast, så sker myndighetsbeslut här istället från fall till fall.

Föreliggande dokument är tänkt att fungera som stöd för ägare av material lämpligt för användning som sekundär ballast i betong (t.ex. rivningsavfall, schaktmassor eller entreprenadberg). Det som står är författarnas tolkning av förfarande, baserat på mångårig erfarenhet av standarder, materialprovning, besiktning av anläggningar, osv. Nedanstående är alltså råd för hur en aktör som vill produktifiera rivningsavfall till sekundär betongballast kan gå till väga, men författarna kan inte hållas ansvariga för hur t.ex. tillsynsmyndigheter agerar i specifika frågor och tolkar andra krav och regelverk kring avfall.

## 7.1 Allmänt

Grunden är att i Sverige ska sekundär ballast för betongändamål CE-märkas och för detta krävs följande steg/åtgärder/dokument, här presenterade i logisk följd:

- **Kvalitetssystem** – beskriver bl.a. mottagning och dokumentation av massor som kommer in, återvinningsprocessen steg-för-steg, utkommande fraktioner, användning och analys av olika fraktioner, samt provpunkter, typ och frekvens för egenkontroll. Här visas hur ni säkerställer spårbarhet från t.ex. ett rivningsprojekt, via er mottagning, mellanlagring, separering till färdig produkt. Beskrivs i SS-EN 12620.
- **Typprovning** – grundläggande karaktärisering av materialets egenskaper, dvs. viss betongballastsortering – beskrivs i SS-EN 12620.
- **Prestandadeklaration**. Dokument där prestanda för produkten (dvs. viss betongballast-sortering) beskrivs på ett i byggproduktförordningen (CPR) och SS-EN 12620 stipulerat vis. Bifogas produktleverans. Prestandaegenskaper tas från typprovingsrapport.
- **CE-märke**. Kopplar till specifik prestandadeklaration och utformas enligt anvisningar i CPR (Byggproduktförordningen) och SS-EN 12620.
- **Återkommande/fortlöpande provning** – kontrollkaraktärisering av materialet. SS-EN 12620 anger vilka egenskaper som ska provas återkommande och hur ofta.
- **Anmälan till tredjepartsorgan** – årlig besiktning av anläggning, kvalitetssystem, provningsrapporter, egenkontroll, spårbarhet, osv.

Ovanstående gäller även primär ballast (från täkt) men då beskriver förstås kvalitetssystemet specifika processer, spårbarhet och kvalitetsuppföljning som den typen av utvinning kräver. På de flesta punkter skiljer sig alltså inte kraven för hur primär

betongballast hanteras och CE-märks från hur sekundär betongballast ska hanteras och CE-märkas. De stora skillnaderna är:

- Kvalitetssystemet – förklara hur inkommet material för återvinning hanteras och dokumentation om källan. Enligt SS-EN 12620 (produktstandard för betongballast) kan processdepån anges som ursprung för ballasten när den säljs, men SS-EN 12620 kräver dokument som är tillräckligt detaljerad för spårbarhet och ”kännedom om sitt material”. Sådan dokumentation kan inbegripa bygg-/rivnings-/reoveringsprojekt, geografiskt läge, typ av massor, leverantör, mängd (ton), placering/lagring på området, osv. Denna dokumentation är också viktig gentemot myndigheterna vad gäller analyser av potentiellt farliga ämnen och andra krav de ställer för när avfallet återvinns till sekundär ballast.
- Typprovning – vissa egenskaper tillkommer för återvunnet material (se kommande avsnitt)
- Säkerställa att inga farliga ämnen finns i det återvunna materialet (se kommande avsnitt)

## 7.2 CE-märkning och Certifiering

Enligt byggproduktförordningen - Construction Products Regulation (EU) nr 305/2011, nedan förkortad CPR – som trädde i full kraft i juli 2013, så måste byggprodukt som faller under EU-harmoniserad produktstandard CE-märkas. Produktstandard för ballast i betong (SS-EN 12620+A1:2008) är harmoniserad och således måste ballastprodukterna vara CE-märkta. Vidare godkänner betongstandard SS-EN 206:2013+A1:2016 och SS 137003:2015 – dess svenska tolkningen – återvunnet avfall som sekundär ballast i betong.

För att få använda och sälja ballast för användning i betong måste materialet vara CE-märkt enligt system 2+ (se ZA-bilaga i SS-EN 12620 + A1:2008). Detta gäller såväl bergkross och naturmaterial som återvunna material. System 2+ innebär att man har certifikat utfärdat av ett anmält organ. I certifikatet ingår en årlig produktionskontroll, det vill säga en revision, utförd av en revisor, där man går igenom kvalitetsmanual, rutiner, provningar, kompetens, utrustning och praktiskt utförande. I certifikatet ingår att man deklarerar sitt materials egenskaper, samt upprättar prestandadeklaration och CE-märke. För att kunna deklarerera de egenskaper som krävs måste man prova sitt material enligt provningsmetoder och provningsintervall, angivna i produktstandard.

## 7.3 Typprovning och fortlöpande provning av ballast för betong enligt SS-EN 12620 och SS 137003

Typprovning är en stor provningskontroll av materialet och ligger som grund för prestandadeklaration och CE-märkning. I typprovningen ska man prova alla väsentliga egenskaper och provningarna ska göras på ett unikt provuttag. Typprovning är något

som måste utföras på alla olika material eller sorteringar (dvs. storleksfraktioner). Tabell 8 redovisar egenskaper som ska provas på ballast som ska certifieras för ballast till betong. Enligt SS-EN 12620 och SS 137003 tillkommer det några fler krav på egenskaper som ska provas för återvunnet material än för ett vanligt bergkross, sten, grus eller sand.

Ballast av återvunnet rivningsmaterial klassificeras i två kvalitetsklasser – Typ A och Typ B – baserat på proportioner av ingående materialslag, analyserade enligt metod EN 933–11 (se SS 137003 5.2.3.4). Om det visar sig att man har kvalitetsklass Typ B (den lägre klassen), så krävs det provning även av påverkan på bindetid (se Tabell 8 och Tabell 9).

Förutom provningar som anges i Tabell 8 säger SS-EN 12620 följande:

*Typprovningsen skall särskilt omfatta identifieringen av alla beståndsdelar, som kan misstänkas avge strålning över normala bakgrundsnivåer, och alla beståndsdelar, som sannolikt släpper ut polyaromatiska kolväten eller andra farliga ämnen. Om halten hos någon av dessa beståndsdelar överskrider gällande gränsvärden enligt bestämmelserna som gäller på platsen för ballastens användning, skall resultaten från den första typprovningsen deklarerar.*

Efter typprovningsen, som ligger till grund för prestandadeklaration och CE-märkning, så måste man fortsätta att säkerställa att materialet håller de deklarerade värdena över tid. Detta görs genom en produktionskontroll med fortlöpande provning. Provningsmetod och provningsfrekvens varierar lite beroende på materialtyp och om det är fin- eller grovballast, men också vilket material som har återvunnits (se Tabell 9).

Tabell 8. Typprovningsen av återvunnen ballast enligt SS-EN 12620+A1:2008 och 137003:2015

Metod	Metodstandard	Material*
Kornstorleksfördelning inklusive finmaterialhalt	SS-EN 933–1	Alla sorteringar
Klassificering av återvunnen ballast**	SS-EN 933–11	Grovballast
Petrografiska analys	RILEM AAR 1, SS-EN 932–3	Alla sorteringar
Korndensitet och vattenabsorption	SS-EN 1097–6	Alla sorteringar
Organiska föroreningar (Humus)	SS-EN 1744–1	Finballast
Alkalireaktivitet **	RILEM AAR 2	Finballast Grovballast
Syalöslig Kloridhalt** (Normalt vattenlöslig)	SS-EN 1744–1	Finballast
Vattenlöslig sulfat**	SS-EN 1744–1	Finballast
Påverkan av initial bindningstid hos cement***	SS-EN 1744–6	Grovballast Typ B
Kornform, Flisighetsindex	SS-EN 933–3	Grovballast

\* Finballast <4 mm, grovballast >4mm

\*\* Egenskap som måste provas specifikt för ballast av återvunnet rivningsmaterial

\*\*\* Bindetid provas enligt EN 196–3 på dels bruk med vanligt vatten, dels bruk med vatten som extraherats från det uppfuktade återvunna materialet (EN 1744–6)

Tabell 9. Fortlöpande provning enligt EN 12620+A1:2008 och 137003:2015

Metod	Metodstandard	Material*	Provfrequens
Kornstorleksfördelning inklusive finmaterialhalt	SS-EN 933-1	Alla sorteringar	1 per vecka
Klassificering av återvunnen ballast**	SS-EN 933-11	Grovballast	1 per månad
Petrografiska analys	RILEM AAR 1, SS-EN 932-3	Alla sorteringar	1 per 3 år
Korndensitet och vattenabsorption	SS-EN 1097-6	Finballast Grovballast	1 per år 1 per månad
Organiska föroreningar (Humus)	SS-EN 1744-1	Finballast	1 per år
Alkalireaktivitet	RILEM AAR 2	Finballast Grovballast	När så krävs***
Syralöslig Kloridhalt	SS-EN 1744-5	Finballast	2 per år
Vattenlöslig sulfat**	SS-EN 1744-1	Finballast	1 per månad
Påverkan av initial bindningstid hos cement	SS-EN 1744-6	Grovballast Typ B	2 per år
Kornform, Flisighetsindex**	SS-EN 933-3	Grovballast	1 per månad

\* Finballast <4mm, grovballast >4mm

\*\* Egenskaper som måste provas specifikt för återvunnen ballast.

\*\*\* Då återvunnet rivningsmaterial kommer att variera beroende källan bör man nog räkna med att göra denna provning en gång per år eller vid källmaterial av ny typ.

## 7.4 Modifierade provningsmetoder

Vid provning av bygg- och rivningsavfall avsett att användas som återvunnen ballast i betong kan utförandet av gängse SS-EN-metoder av olika anledningar behöva modifieras, eftersom provningsmetoden i sig ibland kan förändra materialet.

### 7.4.1 Kornstorleksfördelning enligt SS-EN 933-1:2012

Siktning kan potentiellt skada återvunnen ballast mer än vad den gör med jungfrulig ballast, på grund av att den förra generellt har sämre motstånd mot nötning och fragmentering. Siktningen kan då skapa högre halter av finmaterial och en siktkurva förskjuten åt de finare kornfraktionerna (Stenberg & Schouenborg, 1997). De noterar t.ex. att mängden material <8 mm som bildas under 10 minuters siktning är 0,2 vikt% för granitballast, 1–2 vikt% för tegel och så hög som 5–6 vikt% för krossad betong, och föreslår därför att sikttiden minskas för de två senare, till t.ex. en femtedel av normaltids och provmängden samtidigt reduceras proportionerligt. Eftersom den totala sikttiden blir densamma, fast materialet delas upp på ett antal mindre prover, blir processen förstås mer arbetsintensiv då proceduren upprepas flera gånger.

Enligt metoden SS-EN 933-1 är det fullt möjligt att anpassa på detta sätt, men den anger inte exakt hur man ska fördela sitt material utan endast minsta provvikt utifrån

materialets kornstorlek (kan redigeras om man har tung- eller lättballast) och att det ska bli rensiktat. Med rensiktat menar man att efter siktningen ska det inte vara mer än 1 vikt% skillnad i materialmängd på siktarna efter ytterligare 1 minut siktning. Hur man väljer att fördela sitt material är upp till provaren.

Har man väldigt lätt material kan det vara en fördel att enligt metoden sikta som om det vore lättballast. Metoden tar upp alternativa provmängder, då baserade på volym istället för vikt och vid siktning får det bara ligga ett lager med material på siktarna. Detta kan göra att man kan sikta mindre mängd material och undvika att materialet inte nöter mot sig själv och på så vis minska risken att skapa mer finmaterial.

## 7.4.2 Vattenabsorption enligt SS-EN 1097-6:2013

Enligt en rapport rörande provning av vattenabsorption för återvunna material (Schouenborg mfl, 2003), så visade det sig att väldigt porösa material inte hann bli helt vattenmättade under standardprovningstiden 24h. Porösa material behövde mer tid på sig att suga upp vatten och det gör att standardmetoderna som används inte är lämpliga. I rapporten rekommenderas att man vattenmättar proverna i vakuum i stället för vid atmosfärstryck.

I SS-EN 1097-6 finns flertalet metoder att använda. Det vanliga är att man använder metod enligt avsnitt 7, 8 eller 9. Avsnitt 7 är för järnvägsmakadam (trådmetod), avsnitt 8 för ballast 4–31,5 mm i pyknometer (yttorrät med hjälp av torkning med duk, vattenabsorption under 24h), samt avsnitt 9 för ballast 0,063–4 mm i pyknometer (yttorrät med hjälp av ”kon-metoden”, vattenabsorption under 24h). Det finns även bilagor för alternativa provningsmetoder, där Bilaga G (Bestämning av förtorkad korndensitet hos ballast som passerar 31,5 mm-sikten) tar upp just alternativet att använda vakuum under provningen. Dock får man enligt bilaga G enbart ut den förtorkade korndensiteten och inte vattenabsorption. Där anges vattenlagringstiden till minst 1,5 h varav 30 min i vakuum.

I metoden SS-EN 1097-6 står det under flertalet avsnitt att ”innesluten luft kan också avlägsnas genom att vakuum anbringas”; vakuumsystemet ska då ge ett residualtryck på  $\leq 4$  kPa. Det nämns dock inte något om i vilka fall det är lämpligt att göra på detta sätt.

I bilaga C ”Bestämning av korndensitet och vattenabsorption hos lättballast”, anges vattenlagringsperioden till 24h. Lättballast är ett poröst material men standarden anger likväl 24h.

Således finns det inget avsnitt eller bilaga i SS-EN 1097-6 som anger att man kan använda vakuum under vattenlagringsperioden, men vakuum anges ändå som ett hjälpmedel för att få ut oönskade luftbubblor. En revidering av metoden behövs för att få använda vakuum på fler sätt.

## 7.4.3 Frostprovning enligt SS-EN 1367-1:2007

Jacobsen & Solberg (2000) visade att man i vissa fall behöver undvika den konditionering/förtorkning som enligt metod ska göras på provmaterialet före själva

testet, då konditioneringen i sig kan påverka krossad betong och andra cementbaserade ballastmaterial i negativ riktning

Enligt SS-EN 1367-1 (*Ballast beständighetsegenskaper Del 1: Bestämning av frostbeständighet genom frys-tö provning*) ska proverna tvättas och sedan torkas till konstant vikt. Efter att materialet utsatts för tio temperaturcykler mellan -17,5 och +20 °C enligt en temperaturkurva, ska materialet siktas och tvättas på halva maskvidden av  $d$  (ex för en 8/16 mm ska provet siktas på 4 mm sikten) och därefter torkas till konstant vikt och vägas.

Den vedertagna metoden i sig ger inget utrymme för alternativa sätt att prova på. Att inte torka till konstant vikt före provningen är ett avsteg från metoden, vilket kräver en motivering och eventuellt bevis på vad avsteget skulle ha för inverkan på resultatet.

Många av testmetoderna för ballast har liknade steg, dvs initial torkning av provet till konstant vikt, utförande av provningen och slutligen torkning igen. Detta förfarande är vanligt när det är vatten eller annan vätska iblandad i provningen, t.ex. mekaniska egenskaper såsom Micro-Deval och Los Angeles.

#### 7.4.4 Mekaniska egenskaper

Återvunnet rivningsmaterial som ska användas som ballast i betong är generellt mjukare än jungfrulig ballast, då det innehåller krossad betong och andra materialslag som tegel, jämte hårdare partiklar som sten och grus från kristallina bergarter. När man provar material som är heterogena i egenskaper såsom motstånd mot nötning (SS-EN 1097-9 Kulkvarn, SS-EN 1097-1 Micro-deval) och fragmentering (SS-EN 1097-2, LA-tal), kan heterogeniteten i sig generera oproportionerligt stor nötning och/eller fragmentering vid provning (se Ewertsson mfl, 2000).

Generellt hör inte motstånd mot fragmentering eller nötning till de viktigaste egenskaperna för ballast till betong. Dock är de viktiga för ballast till väg (se sektion 3) och om de ska testas, så bör man ge akt på att provning enligt gängse SS-EN-metod kan ge oproportionerligt höga värden.

## 7.5 CE-märkning och prestandadeklARATIONER

PrestandadeklARATION och CE-märke är två olika dokument som ska upprättas men som i stor del liknar varandra och är kopplade till varandra genom en specifik kod eller nummer. I Sverige är det Boverket som är den myndighet som informerar om och övervakar efterlevnad av byggproduktförordningen (CPR).

PrestandadeklARATIONEN är ett dokument som beskriver prestandan för produkten och det är producenten som upprättar och ansvarar för prestandadeklARATION. Egenskaper som ska deklarerats finns i den harmoniserade produktstandarden, i detta fall SS-EN 12620.

En prestandadeklARATION ska innehålla:

- Referens för produkttyp som prestandadeklARATIONEN upprättas för

- System eller systemen för bedömning och fortlöpande kontroll
- Anläggningens representant
- Referensnummer för och datum för utförande av den harmoniserade standarden
- Den avsedda användningen
- Förteckning över de väsentliga egenskaperna, dvs. de som ska anges värden för (man får inte ange värden för andra egenskaper än de som nämns i ZA-bilagan!). Värden tas från typprovningen.
- För väsentliga egenskaper som inte har någon prestanda (dvs. man har inte provat den), kan man ange förkortningen NPD (No Performance Determined, dvs. ingen prestanda fastställd)
- Underskrift och datum

CE-märket ska utformas enligt CPR (generella riktlinjer) och SS-EN 12620+A1:2008 bilaga ZA (produktspecifika riktlinjer). Det är producenten som har ansvaret att ta fram och underhålla dokumentet. CE-märke för ballastsortering ska innehålla:

- Certifieringsorganets identifikationsnummer (gäller produkter i system 2+)
- Producentens namn eller identifikationsmärke eller adress
- De två sista siffrorna för det år som CE-märket först anbringades
- Hänvisning till produktstandard
- Hänvisning/referensnummer till gällande Prestandadeklaration
- Produktbeskrivning, exempelvis material och storleksfraktion (sortering)
- Deklarerade värden eller i vissa fall nivåer eller klass/kategori
- I vissa fall en specifik information om farliga ämnen

CE-märkningen ska följa med produkten och hur detta görs kan variera lite beroende på produkt; det kan vara på medföljande etikett, förpackning eller något dokument exempelvis leveranssedel. För ballast är det vanligast att man har ett CE-märke på leveranssedeln, då produkten i sådan är svår att märka.

## 7.6 Kvalitetssystem

Producenten ska i enlighet med SS-EN 12620 upprätta ett kvalitetssystem där man har en kvalitetsmanual med rutiner och mallar för användning i produktionen. Kvalitetsmanualen ska innehålla:

- Organisation med ansvar och befogenheter
- Kontrollrutiner
- Produktionsledning
- Besiktning och provning
- Protokoll
- Behandling av icke-överensstämmande produkter
- Hantering, lagring och annan behandling inom produktområdet
- Transport och emballering
- Utbildning av personal

Dessa punkter finns listande i bilaga H i SS-EN 12620.

## 7.7 Vem ansvarar för vad?

Det är en process att CE-märka sitt material. Producenten har det stora ansvaret att säkerställa egenskaperna på sitt material, upprätta prestandadeklarationer och CE-märkningar och sedan underhålla kvaliteten och dokument.

**Typprovningen** – Producenten har ansvar för att typprovningar utförs. Producenten kan utföra provningarna själva. Externa laboratorier kan användas för en eller flera av metoderna om producenten inte själv provar dessa egenskaper. En fördel är att använda ackrediterade laboratorier.

**Prestandadeklarationer** – Producenten ansvarar för att ta fram och underhålla prestandadeklarationer.

**CE-märkning** – Producenten ansvarar för att ta fram och underhålla CE-märkningen.

**Fortlöpande provning/produktionskontroll** – Producenten ansvarar för att den fortlöpande provningen provas enligt frekvens i produktstandarden. Producenten kan själv utföra provning eller anlita externa laboratorier. En fördel är att använda ackrediterade laboratorier.

**Kvalitetssystem och system för egenkontroll av egenskaper på materialet** – Producenten har ansvar att upprätta ett kvalitetssystem. Konsulter kan man ta hjälp av för att komma igång och upprätta dokument och kvalitetssystem. Producenten har dock ansvarat för kvalitetssystemet.

**Tredjeparts organ för certifiering** – Producenten ansvarar för att ansluta sig till ett anmält organ och genomgå en certifieringsprocess för att få ut ett certifikat.

## 7.8 Materialets ursprung

En del av att få sitt material certifierad är att ha kännedom om sitt råmaterial. I bilaga H i SS-EN 12620 + A1:2008, som behandlar produktionskontrollen, finns ett avsnitt som berör kännedom om råmaterial. I det avsnittet står det att det ska finnas dokumentation som i detalj beskriver råmaterialets beskaffenhet, ursprung och i vissa fall kartor som visar läge och täktplan.

För återvunnen ballast ser det lite annorlunda ut då materialet inte kommer från någon täkt utan kommer utifrån och kan variera mycket. Dock finns det i standarden en klausul om att för återvunnen ballast ska det finnas en dokumenterad kontroll av råmaterial som skall återvinnas.

Vad gäller spårbarhet och kännedom om ursprung, säger EN 12620 följande (bilaga H):

*”H.3.3 Kännedom om råmaterialet*

*Det skall finnas dokumentation som i detalj beskriver råmaterialets beskaffenhet, dess ursprung och i förekommande fall en eller flera kartor som visar läge och täktplan.*



*Om något farligt ämne identifieras, åligger det producenten att säkerställa att dess halt inte överstiger de gränsvärden som gäller enligt bestämmelserna på platsen för ballastens användning.*

*ANM. 1 De flesta av de farliga ämnen, som definieras i EG-direktiv 76/769/EEC, förekommer vanligen inte i de flesta ballastråvaror av mineraliskt ursprung. Ballastproducenten bör dock uppmärksamma ANM. i ZA. 1, Bilaga ZA.*

*Dessutom skall det för återvunnen ballast finnas dokumenterad kontroll av inkommande råmaterial som skall återvinnas.*

*ANM. 2 Kontrollrutinerna för inkommande material bör vid återvinning identifiera:*

- råmaterialets beskaffenhet;*
- ursprung och ursprungsplats;*
- leverantör och transportföretag.*

*ANM. 3 För återvunnen ballast kan det räcka med processdepån som ursprung.”*

Som nämndes i sektion 7.1 räcker det att man vid försäljning av materialet – och därmed i produktdatablad, prestandadeklaration och CE-märke – nämner *processdepån* som materialets ursprung (jämför nämmandet av viss täkt vid försäljning av jungfrulig ballast). Dock måste det som ovan nämns finnas dokumentation som säkerställer spårbarhet tillbaka till var avfallet härrör och vilka steg det gått igenom på väg till återvunnen sekundär ballast. Denna dokumentation samt hur den upprättas och kontrolleras ska finnas med i kvalitetssystemet.

## 7.9 Farliga ämnen och REACH

Potentiellt farliga ämnen tas upp i flera delar av SS-EN 12620, bland annat i samband med typprovningen av materialet, där strålning, polycykliska aromatiska kolväten och andra potentiellt farliga ämnen nämns som viktiga att ha koll på. Farliga ämnen tas även upp i bilaga H avsnitt 3.3, som handlar om kännedom om råmaterialet. Om det har identifierats farliga ämnen eller det finns skäl misstänka att sådana förekommer i materialet, så ligger ansvaret på producenten att säkerställa att halterna inte överstiger de gränsvärden som gäller på platsen för ballasten slutanvändning. Dock tas inte upp vad som klassas som farliga ämnen. Däremot finns det en anmärkning (ANM 1) som refererar till EG-direktiv 76/769/EEC (from december 2006 upphävd och ersatt av förordning 1907/2006, mer känd under akronymen REACH) och i den står det att flera av de farliga ämnen som listas i EG-direktivet inte vanligen förekommer i ballast av mineraliskt ursprung. Det hänvisas dock inget speciellt för återvunna material.

I tabell H.1 i SS-EN 12620 – Lägsta provningsfrekvens för allmänna egenskaper – tas följande potentiellt farliga ämnen/fenomen upp:

- Radioaktiv strålning
- Utsläpp av tungmetaller

- Utsläpp av polycykliska aromatiska kolväten

I bilaga ZA i SS-EN 12620 finns det också ett stycke om farliga ämnen, där ett varningens finger höjs för att det kan finnas andra krav på farliga ämnen som kan behöva efterföljas, exempelvis nationella lagar eller föreskrifter. I tabell ZA.1a – Omfattning och relevanta avsnitt om krav – tas följande potentiellt farliga ämnen upp:

- Radioaktiv strålning (för ballast från radioaktiva källor, avsedd för användning till betong i byggnader)
- Utsläpp av tungmetaller
- Utsläpp av polycykliska aromatiska kolväten
- Utsläpp av andra farliga ämnen

REACH-förordningen är en kemikalielagstiftning som trädde i kraft i hela EU 2007. REACH innehåller bland annat regler vad en producent har för ansvar och skyldigheter som rör produkter och verksamhet. I REACH gör man skillnad på ämnen, blandningar och varor. I första hand är det ämnen och blandningar som regleras i REACH. I REACH finns en kandidatförteckning av ämnen som på något sätt är skadliga. Ämnen som finns i förteckningen kan:

- vara cancerframkallande
- skada arvsmassa och vara hormonstörande
- störa fortplantningsförmågan
- ansamlas i miljön

Har man i sin produkt eller verksamhet mer än 0,1 viktprocent av någon av de listade ämnena i kandidatförteckningen måste man anmäla detta i ECHA (European Chemicals Agency).

Kontentan av dessa skrivelser är alltså att redan den aktuella produktstandarden (SS-EN 12620) och REACH-lagstiftningen ställer krav på att det inte finns några potentiellt farliga ämnen i ballasten, oavsett om den är jungfrulig/primär eller återvunnen/sekundär. För återvunnen ballast måste man säkerställa detta gentemot tillsynsmyndighet, enligt regler och förfarande som gäller på platsen för användningen (i Sverige i regel kommun). Detta kräver att man har en god kommunikation med den lokala tillsynsmyndigheten (kommunen), så att det blir tydligt hur efterlevnad av de krav de ställer på totalhalter och lakbara halter för ämnen såsom polycykliska aromatiska kolväten, tungmetaller och andra potentiellt skadliga ämnen, ska mätas, redovisas och följas upp.

## 8 Referenser

- SS-EN 13369:2018, Förtillverkade betongprodukter – Gemensamma regler. SIS.
- SS-EN 206:2013, Betong – Fordringar, egenskaper, tillverkning och överensstämmelse. SIS
- SS 137003:2015, Betong - Användning av EN 206 i Sverige. SIS.
- SS-EN 12620+A1:2008, Ballast för betong. SIS.
- SS-EN 933–11:2009, Ballast – Geometriska egenskaper – Del 11: Bestämning av sammansättningen hos grovkornig återvunnen ballast. SIS.
- SS-EN 13242+A1:2007, Ballast för obundna och hydrauliskt bundna material för användning i anläggningsarbeten och vägbyggen. SIS.
- Naturvårdsverket, 2010. Återvinning av avfall i anläggningsarbete, handbok 2010:1. Februari 2010. ISBN-978-91-620-0164-3.
- TDOK 2013:0532, Alternativa material för vägkonstruktioner. Trafikverkets kravdokument.
- Avfall i Sverige 2014, Naturvårdsverket Sverige RAPPORT 6727 (2016).
- Rapport D1.3 från EU-projektet RE4: Overview on the current status of construction of prefabricated elements with recycled materials. 2017. <http://www.re4.eu/>.
- Rapport D2.1 från EU-projektet RE4: CDW specifications and material requirements of prefabricated structures. 2016. <http://www.re4.eu/>.
- Rapport D2.3 från EU-projektet RE4: Weight and size-based CDW separation methods. 2017. <http://www.re4.eu/>.
- Rapport D4.4 från EU-projektet RE4: Quality classes and potential applications for recovered CDW-derived materials. 2018. <http://www.re4.eu/>.
- Rapport D7.6 från EU-projektet RE4: HSE issue analysis – Product level. 2020. <http://www.re4.eu/>.
- Rapport D7.8 från EU-projektet RE4: Certification and standardization. 2020. <http://www.re4.eu/>.
- Dittlau, 2013. KRAV Alternativa material för vägkonstruktioner. TDOK 2013:0532.
- Eklöf, Brander, Hedenstedt, Hellman, Johansson, Johansson, Lövström, Mácsik & Schouenborg, 2016. Askor för konstruktionsändamål – Slutrapport 2016-03-15. VTI-notat 8–2016.
- Ewertson, Schouenborg och Aurstad, 2000. Provningsmetoder anpassade för återvinningsprodukter, del 2 – Sprödhet. Nordtest Teknisk Rapport 440, Projekt Nr 1393–97.
- Grönholm, Raul. 1997. Återvinning av mineraliska massor. Förstudie.

Helsing, Elisabeth. 2019. Krom i krossad återvunnen betong. RISE Rapport 2019:102, ISBN 978-91-89049-33-8.

Hermelin & Dittlau, 2004. Krossad betong i vägkonstruktioner.

Jacobsen och Solberg, 2000. Frost testing of porous and recycled aggregates. NT 1440–99.

Palm, Sundqvist, Jensen, Tekie, Fråne och Söderman, 2015. Analys av lämpliga åtgärder för att öka återvändning och återvinning av bygg- och rivningsavfall, Naturvårdsverket Sverige.

Schouenborg, Aurstad, Magnestål, Petursson och Winblad, 2003. Test methods adapted for alternative and recycled, porous aggregate materials Part 3 – Water absorption. Nordtest Projekt Nr 1580–02.

Stenberg & Schouenborg, 1997. Provningsmetoder anpassade för återvinningsmaterial – Kornstorleksfördelning. Nordtest Projekt Nr 1292–96.

Stenmark, Elander, Björklund & Finnveden, 2014. Styrmedel för ökad materialåtervinning – En kartläggning. M. John, Stockholm (redaktör).

Ydrevik, 2000. Återvägen – Råd och vägledning för återvinning av krossad betong som ballast i gator och vägar.

Vägverket, 2007. Alternativa material i väg- och järnvägsbyggnad. Publikation 2007:110. ISSN 1401–9612.

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,200 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 200 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB  
Box 857, 501 15 BORÅS  
Telefon: 010-516 50 00  
E-post: [info@ri.se](mailto:info@ri.se), Internet: [www.ri.se](http://www.ri.se)

Materialdesign  
RISE Rapport 2020:25  
ISBN: