



Kartläggning av internationella erfarenheter – Faktorer som påverkar användningen av restprodukter

Marjan Mousavi och Anders Hedenstedt

RISE Rapport 2019:

Abstract

Mapping of international experiences - Factors affecting the use of rest products

Promoting circular economy in the construction sector has become an increasingly important topic in Europe. This is due to continuously increasing construction activities and waste generation, as well as stricter environmental targets. Therefore, it is required to find alternative materials for the construction sector, such as secondary raw materials (SRMs, recovered or recycled from industrial wastes, such as bottom ash from energy production and construction and demolition wastes).

Accordingly, the main goal of this project was to identify main drivers and obstacles for increasing the use of SRMs in the construction sector in Europe, and solutions to overcome those obstacles. Such experiences can provide insights and support for future activities in Sweden for increasing the use of SRMs in the construction sector. Consequently, countries in Europe in which a higher proportion of waste materials are recovered or recycled were selected for a case study to investigate regulations on waste materials, consumers' behavior etc. Those selected countries were the Netherlands, France and Germany.

According to different reports and personal communications, the main barriers France and Germany deals with are lack of confidence in the quality of recycled CDW and lack of guidelines on waste materials. The main driver in France and Germany to use recycled CDW in the buildings is the increase in demand for environmental labels for the buildings.

In the Netherlands, the work towards an increased use of secondary raw materials has been going on for decades. A key factor in this development has been the limited access to primary raw materials in the country. The establishment of a legislation which is applicable to all building materials, both primary and secondary, has given a framework for the use of materials in constructions. The application of a particular set of limit values and precautions in order to use more polluted secondary raw materials (IBC materials) has implied that such materials may be used, at least in larger projects in which it has been possible to invest in barriers, perform monitoring and manage increasing administration. The authorities have stated that secondary raw materials are to be used in a higher degree and also used such in their own infrastructure projects. In the last years they have become even more focused in their policies and work to achieve a circular transformation.

Key words:

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2019:

ISBN:

Borås 2019

Innehåll

Abstract	2
Innehåll	3
Förord	4
Sammanfattning	5
1 Bakgrund	6
2 Syfte	6
3 Genomförande	7
4 Resultat	8
4.1 Litteraturstudie.....	8
4.1.1 Hantering av bygg- och rivningsavfall i Europa	9
4.1.2 Cirkulära kretslopp i urban miljö	11
4.1.3 Användning av restprodukter i konstruktioner	12
4.1.4 Studier av specifika geografiska områden.....	14
4.2 Val av geografiska områden för mer ingående studier	14
4.2.1 Nederländerna.....	15
4.2.2 Frankrike	15
4.2.3 Tyskland	15
4.3 Erfarenheter från användning av sekundära råmaterial.....	16
4.3.1 Nederländerna.....	16
4.3.2 Frankrike	24
4.3.3 Tyskland	32
5 Referenser	36

Förord

Denna rapport utgör resultatet av ett uppdrag som i konkurrens tilldelats de båda författarna inom ramen för det strategiska projektet *Ökad resurseffektiv användning av sekundära råmaterial i konstruktioner*, finansierat och styrt av innovationsprogrammet RE:Source.

Sammanfattning

Främjandet av en cirkulär ekonomi inom byggsektorn har blivit ett viktigt ämne i Europa, mycket på grund av att såväl byggande som mängder uppkommet bygg- och rivningsavfall ökar för varje år, samtidigt som mål för att mildra miljöpåverkan tillkommer. Det är därför nödvändigt att hitta alternativ i form av så kallade sekundära råmaterial (återanvända eller återvunna från t.ex. bygg- och rivningsaktiviteter), som kan användas i byggsektorn och därmed minska uttag av primära resurser, i linje med principer för hållbar utveckling.

Det huvudsakliga målet med föreliggande rapport är att identifiera de viktigaste möjliggörarna (som driver önskad utveckling framåt) och hindren (eller trösklar, som bromsar eller helt stoppar önskad utveckling), för ökad användning av sekundära råmaterial i Europas byggsektor. Goda exempel från länder där återvinningsgraden är högre än i Sverige kan ligga till grund för hur vi kommer vidare nationellt. Därför har tre länder, där större andel av avfall återanvänds eller återvinns, valts ut för djupare analys av vad som där möjliggjort respektive bromsat (regelverk, konsumentbeteende, etc.) en utveckling till ökad återvinning av bygg- och rivningsavfall. De länder som valts är: Nederländerna, Frankrike och Tyskland.

Enligt olika rapporter och personlig kommunikation med aktörer i såväl Frankrike som Tyskland, är de viktigaste trösklarna användarens/kundens bristande tillit till den återvunna ballastens kvalitet, samt avsaknad av riktlinjer/handledning i hur avfall ska hanteras och användas. Den huvudsakliga möjliggöraren i såväl Frankrike som Tyskland var ökad efterfrågan i spåren av miljömärkning av byggnader.

I Nederländerna har arbetet mot en ökad användning av sekundära råmaterial pågått under lång tid. En viktig utgångspunkt för detta har varit att tillgången till primära råmaterial är relativt begränsad i landet. Framtagandet av lagstiftning som gäller för samtliga byggnadsmaterial, både primära och sekundära, har skapat tydliga ramar för användningen av material i konstruktioner. Tillämpningen av en särskild uppsättning gränsvärden och försiktighetsåtgärder för användning av sekundära råmaterial med högre föroreningsgrad (IBC-material) har också inneburit att sådana material har kunnat användas, åtminstone i större projekt där det funnits möjlighet att investera i tätskikt, utföra övervakning och hantera tillkommande administration. Statliga aktörer har varit tydliga med att sekundära råmaterial ska användas i större utsträckning och också i många egna infrastrukturprojekt använts sig av sådana. På senare år har de blivit än tydligare i sina ambitioner och policys att verka för en cirkulär omställning.

1 Bakgrund

Till följd av industriella processer, samhällsbyggnad och energiproduktion uppkommer stora mängder avfall som potentiellt kan användas i konstruktion och/eller anläggning. Idag används cirka 6–8 miljoner ton massor, varav merparten avfall, årligen i Sverige för sluttäckningsändamål av äldre avfallsdeponier. Dessa sluttäckningsarbeten kommer att vara avslutade inom cirka 5 år samtidigt som en stor samhällsutmaning är omställningen från traditionell linjär ekonomi till en cirkulär motsvarighet. En stor del av den forskning och utveckling som hittills har bedrivits avseende användning av avfall i konstruktioner har huvudsakligen fokuserat på tekniska eller miljötekniska frågeställningar. Oftast ges mycket lite utrymme åt övergripande frågor såsom säker volymtillgång och logistik, styrmedel och regelverk, finansiella risker samt affärsmodeller som inkluderar alla inblandade aktörer (avfallsproducent, återvinnings- och renhållningsföretag, entreprenörer och beställare). Generellt råder också en snedfördelning av de aktörer som initierar, driver och deltar i utvecklingsprojekt där i hög grad slutkunder och beställare av de alternativa materialen saknas.

Med anledning av detta genomförs nu det strategiska projektet *Ökad resurseffektiv användning av sekundära råmaterial i konstruktioner* inom innovationsplattformen RE:Source. Syftet med projektet är att överbrygga hinder och möjliggöra utökad användning av sekundära, återvunna råmaterial för anläggningsarbete och konstruktion utanför avfallsanläggningar, utan att riskera att lämna miljöproblem till efterkommande generationer. För att uppnå detta lyfts och belyses avgörande frågor kring regelverk, kvalitetssäkring, miljö, arbetsmiljö och logistik istället för tekniska aspekter. Därutöver ska användarens perspektiv snarare än avfallsproducentens vara i fokus. Andelen sekundära råmaterial som används i konstruktioner utanför avfallsanläggningar är i flera länder högre än i Sverige och därmed bör det finnas goda exempel på vilka (icke-tekniska) faktorer som bidragit till detta. Sådana erfarenheter kan utgöra stöd i arbetet framöver i Sverige i syfte att skapa bättre möjligheter för användning av sekundära råmaterial i konstruktionsarbeten.

2 Syfte

Projektet *Ökad resurseffektiv användning av sekundära råmaterial i konstruktioner* är uppdelat i tre arbetspaket. Denna studie utgör ett väl avgränsat uppdrag inom arbetspaket 2 och syftar till att belysa internationella erfarenheter från användning av sekundära råmaterial i konstruktioner. Avgränsningen för detta delprojekt är användningen av slaggrus/askor och krossad betong i konstruktioner (utanför avfallsanläggningar) med fokus på de (icke-tekniska) faktorer som påverkar användningen. Slutanvändares behov, krav och förväntningar är också av intresse i utredningen. Studien förväntas redovisa en fördjupad bild av goda exempel från 2–3 platser (länder/regioner/städer) där användningen av slaggrus/askor och/eller krossad betong i konstruktioner är relativt hög. Utgångspunkten från tidigare projekt är att sådana intressanta exempel kan finnas i till exempel Belgien, Danmark, Finland, Frankrike, Nederländerna och Tyskland.

I bakgrunden till det övergripande projektet bedöms följande (icke-tekniska) faktorer som intressanta för påverkan på användningen av sekundära råmaterial i konstruktioner:

- Styrmedel
- Regler och referensverk
- Affärsmodeller
- Kommersialisering
- Pålitlig materialtillgång
- Logistik
- Miljöpåverkan
- Klimatpåverkan
- Säkerhet och trygghet

3 Genomförande

Uppdraget utgjordes huvudsakligen av följande aktiviteter:

- en litteraturstudie
- val av geografiska områden (länder/regioner/städer) för mer ingående studie
- kontakter med aktörer som är involverade i användning av slaggrus/askor och/eller krossad betong i konstruktioner i de utvalda geografiska områdena
- sammanställning av de erfarenheter som aktörerna enligt ovan delgivit

Den inledande litteraturstudie begränsades i första hand till litteratur som:

- projektgruppen redan hade kännedom i samband med att uppdraget startades upp
- identifierats inom uppdraget "Sekundära byggmaterial – hinder och påverkansfaktorer" som utförts inom det övergripande projektet
- relativt enkelt kunde spåras via referenser från litteratur som omfattas av de två föregående nämnda punkterna

Avsikten med litteraturstudien var dels att få ett tillräckligt underlag för att bedöma vilka geografiska områden som sedan skulle väljas ut för en mer ingående studie och, dels att få tips om goda exempel internationellt på tillämpningar med användning av slaggrus/askor och/eller krossad betong i konstruktioner.

Baserat på resultatet av litteraturstudien valdes sedan tre geografiska områden ut för fortsatta, mer detaljerade, studier. I de fall litteraturen enligt ovan hänvisar till referenser och/eller personer som kan ge ytterligare information i de utvalda geografiska områdena så följdes dessa källor upp. I kontakterna med aktörer i de utvalda geografiska områdena efterfrågades framförallt information om de (icke-tekniska) faktorer som bedöms påverka användningen av sekundära råmaterial i det aktuella området. Vid beskrivningen av dessa tillämpas den kategorisering av (icke-tekniska) faktorer som används i bakgrunden till det övergripande projektet.

För att ta del av erfarenheter från Nederländerna intervjuades följande personer:

- Jan-Peter Born som är affärsutvecklare i företaget HVC Groep samt ordförande i en grupp specialiserad på restprodukter inom Vereniging Afvalbedrijven. HVC Groep är ett kommunalt bolag som ägs av 46 kommuner och ansvarar för insamling och behandling av avfall, bland annat två anläggningar för förbränning av avfall.
- Edwin Heijnsdijk som ansvarar för försäljning vid det privata företaget Heros Sluiskil. Företaget bildades 1994 och dess huvudsakliga verksamhet är bearbetning av bottenaskor från förbränning av avfall.
- Han Van Rijssen är rådgivare inom verksamhetsområdet energiutvinning från avfall vid branschorganisationen Vereniging Afvalbedrijven som representerar 50 medlemmar verksamma inom avfallshantering i Nederländerna.
- Evert Schut är senior rådgivare vid det statliga verket Rijkswaterstaat som ansvarar för infrastruktur såsom vägar och kanaler.

För att ta del av erfarenheter från Tyskland intervjuades följande personer:

- Merten Welsch, som arbetar med återvinning av bygg- och rivningsavfall i offentlig byggnation i Berlin i BBSR – *Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development*
- Sebastian Rauscher, som arbetar med materialflödeshantering i företaget Feeß

För att ta del av erfarenheter från Frankrike intervjuades följande personer:

- Jean Marc Potier, på SNBPE Chargé de mission technique, *French association of ready-mixed concrete*
- Manon Glachant, projektledare i WeLoop

4 Resultat

4.1 Litteraturstudie

Nedan följer en redogörelse av den litteratur som bedömdes relevant då den:

- ger en övergripande beskrivning av ämnesområdet
- motiverar valet av vilka geografiska områden som lämpar sig bäst för mer ingående studier
- beskriver tillämpningar i specifika geografiska områden

Litteraturen redovisas under de fyra övergripande kategorierna enligt nedan där var och en av de respektive underrubrikerna refererar till rapporter:

- Hantering av bygg- och rivningsavfall i Europa
- Cirkulära kretslopp i urban miljö
- Användning av restprodukter i konstruktioner
- Studier av specifika geografiska områden

4.1.1 Hantering av bygg- och rivningsavfall i Europa

Europeiska Kommissionen har identifierat bygg- och rivningsavfall som en prioriterad avfallsström att hantera på ett bättre sätt, då stora mängder genereras, som till största delen skulle kunna återanvändas eller återvinnas. Det skulle i sin tur leda till ett effektivare nyttjande av naturresurser och minskad påverkan på miljön (DG ENV, 2011). Hållbar utveckling genom klimatåtgärder och resurseffektivitet är ett av huvudområdena i EU:s ramverksprogram för forskning och innovation – Horizon 2020 – något som påverkar framtiden för Europas byggföretag. År 2020 ska 70 vikt-% av allt icke-farligt avfall från byggnation och rivning återanvändas, materialåtervinnas eller energiåtervinnas (inkluderar återfyllnadsåtgärder). Enligt (DG ENV, 2011) har redan några länder uppfyllt det målet (t.ex. Danmark, Estland, Tyskland, Irland, Förenade Kungariket och Nederländerna), medan andra (t.ex. Frankrike, Lettland, Luxemburg och Slovenien) rapporterar återvinningsprocent mellan 40 och 60%. Ingen data fanns tillgänglig för Bulgarien, Italien, Malta, Rumänien, Slovakien och Sverige.

Studien som utfördes av (DG ENV, 2011) fokuserade på 5 EU-medlemsstater: Finland, Belgien, Tyskland, Ungern och Spanien. Dessa valdes som fallstudier kring hur olika aspekter av bygg- och rivningsavfall hanteras i olika EU-länder. Studien fokuserade på trösklar och möjliggörare för hantering av bygg- och rivningsavfall, samt klassificerade nationella policys och standarder med påverkan på området i fem huvudkategorier:

1. Policys för generella avfallsramverk: Nationella policys eller lagstiftning kring avfall.
2. Deponilagstiftning: deponiförbud för vissa typer av avfall leder till bättre hantering av bygg- och rivningsavfall.
3. Policys för bygg- och rivningsavfall: när specifika krav, policys eller regelverk för hantering av bygg- och rivningsavfall inte uttryckligen ingår i de generella avfallsramverken, så måste sådana tas fram.
4. Regelverk och standarder för sekundära råmaterial, t.ex. kvalitetsstandarder för sekundära material från återvunnet bygg- och rivningsavfall.
5. Regelverk och standarder för bygg- och rivningsobjekt, t.ex. krav på att specifikt adressera bygg- och rivningsavfallsfrågan vid hantering av byggnader.

Enligt Europakommissionen finns det huvudsakligen tre trösklar för att öka återvinningsgraden för bygg- och rivningsavfall: ekonomiska, kulturella och tekniska (DG ENV, 2011).

Ekonomiska trösklar: det största ekonomiska hindret är den låga kostnaden för lokalt lättillgängliga jungfruliga material. Därmed blir det dyrare att återvinna och återanvända bygg- och rivningsavfall. Återvinning av bygg- och rivningsavfallets mineralfraktion är mer gynnsamt i tätbefolkade (urbana) områden, där det är svårare få primära råmaterial från lokala täkter. Transporten av primär ballast till dessa områden från mer avlägsna täkter gör primärråvaran dyrare. För att övervinna den ekonomiska tröskeln föreslår (DG ENV, 2011):

- Ökade kostnader för kvittgörande
- Ta fram förbud mot att lägga bygg- och rivningsavfall på deponi
- Inför skatt på utvinning av primära råmaterial

Kulturella trösklar: Det finns många förutfattade meningar och misstro kring återvunna materials kvalitet och lämplighet att använda dessa i konstruktion och anläggning, exempelvis användning av återvunnen ballast i betong. För att övervinna de kulturella trösklarna, behöver vi enligt (DG ENV, 2011):

- Framställa värdefulla råmaterial från avfallet, t.ex. genom kvalitetscertifiering av sekundära råmaterial från bygg- och rivningsavfall.
- Kommunicera sekundära råmaterials fördelar; det har t.ex. visats att 20% ersättning av ballast i betong med återvunnen ballast, inte påverkar betongens kvalitet.
- Mer forskning på användning av återvunna material från bygg- och rivningsavfall, med focus på kvalitetspåverkan över lång tid.

Tekniska trösklar: otillräckliga sorteringsprocesser och förekomst av föroreningar i bygg- och rivningsavfall utgör tekniska trösklar för ökad återvinning av bygg- och rivningsavfall. Dealing with this problem could be carried out as follows (DG ENV, 2011):

- Uppmuntra sortering av bygg- och rivningsavfall "vid källan", vilket innebär att olika materialslag sorteras ut för sig och deras potentiella föroreningsgrad identifieras. Detta för att undvika att den inerta fraktionen kontamineras och för att säkerställa en hög kvalitet för det återvunna materialet. Dessutom får man på köpet insamling av de fraktioner i bygg- och rivningsavfall som förekommer i mindre mängder, såsom glas, plast, metaller och gips, samt bättre hantering av farligt avfall.
- Selektiv rivning och kontrollerad demontering, vilket gynnar en systematisk borttagning av föroreningar innan rivning och sortering av olika byggnadsmaterial.

I studien (DG ENV, 2011) tittade man närmare på bl.a. betong, då detta material typiskt är huvudkomponenten i bygg- och rivningsavfall. Betong användas huvudsakligen i byggnader, vägar och annan infrastruktur. År 2008 var betongproduktionen inom EU27 ca 1,350 Mton. Det finns inga specifika data tillgängliga för hur mycket betongavfall som uppstår i Europa årligen, men uppskattningar landar generellt på 60–70% av den totala mängden bygg- och rivningsavfall, även om de geografiska variationerna är stora. Det finns olika användningsalternativ för betongavfall: deponi, återvinning till ballast för vägbyggnad eller återfyllnad, återvinning till ballast för betongproduktion och

återanvändning av hela förtillverkade element (betongblock). Det finns inga tillgängliga siffror för hur dagens nivåer för var och en av dessa användningsområden ser ut, men experter menar att det är möjligt att nå 0 % deponi (DG ENV, 2011); väganläggning eller återfyllnad kan ta hand om 75% av betongavfallet och 40–50% av det kan användas som ballast i betongproduktion. Det finns inga siffror tillgängliga som visar på potentialen att återanvända betongstrukturer.

(DG ENV, 2011) beskriver olika trösklar för effektivare återanvändning och återvinning av betongavfall, jämte olika lösningar för att komma över dessa.

Trösklar för återanvändning och återvinning av betongavfall:

- Primära råmaterial är lättillgängliga och billiga
- För sekundära råmaterial finns osäkerheter kring tillgång
- Missförstånd vad gäller kvalitet hos återvunna produkter i jämförelse med nya material.

Existerande och potentiella möjliggörare för att öka återanvändning och återvinning av betongavfall:

- Hög efterfrågan på ballast i vägbyggnation, kopplat till högre kvalitet för återvunnen betongballast jämfört med jungfrulig ballast.
- Design för isärtagning, för att möjliggöra återanvändning av betongblock – sortering vid källan, för att öka ballastkvaliteten.
- Deponiskatt eller deponiförbud för att promota alternative – plocka in krav på användning av återanvända eller återvunna material i byggstandarder. Kvalitetscertifikat för återvunna material.

4.1.2 Cirkulära kretslopp i urban miljö

4.1.2.1 Scaling the circular built environment – pathways for business and government (Circle Economy, TNO & Fabric, 2018)

Rapporten beskriver de övergripande utmaningarna relaterade till cirkulärt byggande, redogör för fem huvudsakliga affärsmodeller samt hinder och möjligheter för att uppnå dessa. Resurshushållning utgör en av de utpekade affärsmodellerna och det framhålls att det bör eftersträvas optimerade kretslopp för byggmaterial samt ett utökat ansvarstagande bland producenter. För att uppnå detta krävs en bredare bedömning av materialval som innefattar möjligheten att materialen ska användas i nya applikationer då de är uttjänta. Vidare behöver byggprojekten ges lite ytterligare tid så att de mest lämpliga material kan införskaffas och regelverk samt styrmedel behöver ändras för att stimulera återanvändning av material. De huvudsakliga hindren som pekas ut för att uppnå de nya affärsmodellerna är

- kultur och föreställning
- regelverk
- marknad
- teknik
- utbildning och information

4.1.2.2 Cirkulär ekonomi i byggbranschen – sammanfattande översikt av forskningsläget och goda exempel (Ejlertsson, Lindholm, Green, & Ahlm, 2018)

Detta projekt syftade till att sammanfatta hur element av cirkulär ekonomi införts i byggbranschen framförallt med fokus på affärsmodeller och metoder. Projektet bestod av två delar – en redovisning av goda exempel och en redogörelse för forskningsläget. Bland de goda exempel som beskrivs lyftes bland annat ett exempel på en ny affärsmodell hämtats från företagsparken Park 20/20 i Amsterdam. Där tillämpades nya arbetsätt och metoder för att uppföra byggnader efter cirkulära principer utan merkostnad. Resultatet innebär till exempel att byggnaderna blir nettoproducenter av energi, att utgående vatten från området renas till en bättre kvalitet än inkommande och att byggnaderna uppförs på ett sådant sätt att de enkelt ska kunna demonteras då de är uttjänta.

4.1.3 Användning av restprodukter i konstruktioner

4.1.3.1 Förutsättningar för att askor kommer till användning i vägar (Kärrman, Van Moeffaert, Bjurström, & Ber, 2004)

Denna studie syftade till att förbättra kunskapsunderlaget och på så sätt bidra till ökad användning av askor. Projektet omfattade en sammanställning av erfarenheter från andra länder avseende hinder för användning av askor och resulterade i slutsatser om vilka åtgärder som bör prioriteras i Sverige. De länder som studerades var Nederländerna, Frankrike, Storbritannien, Belgien, Finland och Danmark. Användningen av askor i konstruktioner har över tiden varit hög i Nederländerna och Danmark. I Frankrike var den, då projektet utfördes, också det i vissa regioner. I Finland, Belgien och Storbritannien arbetade man då med kunskapsuppbyggnad, men hade förhållandevis lägre andel användning av askor. De viktigaste förutsättningarna för att skapa användning av askor i vägar bedömdes vara följande:

- tydligt regelverk
- god ekonomi i alla led
- kommunikationsinsatser

4.1.3.2 Användning av restprodukter inom EU – olika nationella strategier (Jansson & Wilhelmsson, 2008)

Projektet syftade till att ge en övergripande bild av hur användningen av restprodukter fungerar i ett urval av europeiska länder. Studien innefattade en analys av respektive lands lagstiftning och styrmedel, en redogörelse för vilka typer av restprodukter som användes, vilka aktörer som var inblandade samt vilket forsknings- och utvecklingsarbete som bedrevs. De länder som studerades var Danmark, Finland, Frankrike, Nederländerna, Polen, Storbritannien, Sverige och Österrike.

Bland de förutsättningar som bedömdes som viktiga för en hög andel användning av askor nämndes bland annat följande:

- tydligt och relevant regelverk
- övergripande mål och avfallsstrategier
- tydlig nationell statistik och måluppföljning
- erfarenheter från lyckade projekt
- kvalitetskontroll av materialet
- tillgång till bra informationsunderlag
- ekonomiska incitament

En slutsats var också att EU:s definitioner av när avfall upphör att vara avfall kan bidra till ökad användning av sekundära råmaterial i konstruktioner.

4.1.3.3 Internationell utblick om användning av askor (Sahlin, 2013)

Projektet syftade till att sammanställa erfarenheter från användning av askor i ett antal länder i Europa. Studien innefattade både en redogörelse för gällande lagstiftning samt tillämpningar där askor användes. De länder som ingick i studien var Belgien, Danmark, Finland, Frankrike, Nederländerna, Norge, Storbritannien och Portugal. Rapporten visar att slaggrus från avfallsförbränning användes i vägar och andra konstruktioner i Nederländerna, Danmark samt i delar av Belgien och Frankrike. Rapporten pekade på ett antal framgångsfaktorer som bidrar till användning av askor såsom:

- en uttalad nationell policy som stödjer resurshushållning
- att lagstiftningen är tydlig och anpassad för användning med vissa begränsningar
- en tydlig samverkan mellan aktörer
- ett ekonomiskt incitament (i förhållande till alternativkostnaden både med avseende på hantering av askan och inköp av byggnadsmaterial)

4.1.3.4 Omvärldsanalys avseende regelverk för användning av bottenaskor från avfallsförbränning i fem länder (Hedenstedt, 2015)

Projektet syftade till att redogöra för regelverket för användning av bottenaska i konstruktioner (utanför avfallsanläggningar) i Belgien, Danmark, Frankrike, Nederländerna och Tyskland samt att ta reda på hur regelverket påverkat förutsättningarna för användning av bottenaska från avfallsförbränning i anläggningsarbeten. Urvalet av länder baserades bland annat på att de länderna då hade en relativt hög andel användning av bottenaskor från avfallsförbränning i konstruktioner utanför avfallsanläggningar. Rapporten visar att användning i vägar var den vanligaste tillämpningen för bottenaska från avfallsförbränning i konstruktioner utanför avfallsanläggningar. Andra tillämpningar som förekom var exempelvis i bullervallar, parkeringsplatser och industriområden. Andelen bottenaskor som används i konstruktioner utanför avfallsanläggningar varierade mellan länderna, men i Danmark och

Nederländerna användes då all bottenaska i konstruktioner. Faktorer som bedömdes bidra till en ökad användning i konstruktioner var framförallt följande:

- tydlig inriktning/policy inom den nationella myndigheten att stimulera användningen av restprodukter
- enhetligt regelverk med differentierade gränsvärden som möjliggör användning av bottenaskor med högre föroreningsinnehåll med vissa begränsningar avseende tillämpningsområden så att man med säkerhet uppnår ringa risk för hälsa och miljö
- offentliga aktörer inkluderar bottenaskor i upphandlingar
- ekonomiska incitament som gynnar användning av bottenaskor

4.1.4 Studier av specifika geografiska områden

4.1.4.1 Circular Amsterdam – A vision and action agenda for the city and the metropolitan area (Circle Economy, TNO, Fabric)

Rapporten sammanfattar resultatet av en så kallad Circle City Scan som utförts med avseende på Amsterdam. Rapporten identifierar de områden inom vilka cirkulära affärsmodeller kan tillämpas och redovisar strategier som kan användas för att uppnå hållbara lösningar. Den ger specifik vägledning avseende aktiviteter som bör genomföras i staden och redogör för vad detta får för effekter på jobb, ekonomi och miljö. Rapporten omfattar två cirkulära flöden – konstruktionsmaterial och organiska restprodukter.

4.1.4.2 Circulair Noord-Holland - Inzichten in het speelveld van de circulaire economie (Circle Economy, TNO, Fabric)

Rapporten belyser, liksom föregående rapport, utmaningarna och möjligheterna relaterat till cirkulära flöden för ett specifikt område, i detta fall provinsen Noord-Holland. I rapporten redovisas 58 konkreta förslag till strategier för företagskluster och möjligheter till bland annat industriell symbios. Bland annat ges förslag på alternativa material vid byggnation av vägar.

4.2 Val av geografiska områden för mer ingående studier

I några av de ovan redovisade rapporterna (Kärrman, Van Moeffaert, Bjurström, & Ber, 2004); (Jansson & Wilhelmsson, 2008); (Sahlin, 2013); (Hedenstedt, 2015) har ett antal länder valts ut för utvärdering av deras respektive status och förutsättningar för användning av restprodukter (framförallt askor) i konstruktionsarbeten. Urvalet av länder i de respektive studierna har bland annat baserats på en kännedom/förmodan om att användningen av restprodukter varit relativt hög i de aktuella länderna. Belgien, Danmark, Finland, Frankrike, Nederländerna och Storbritannien har förekommit i flera av studierna. Rapporterna visar att användningen av askor är hög framförallt i Nederländerna och Danmark, men även regionalt i Belgien och Frankrike.

4.2.1 Nederländerna

I Nederländerna används allt slaggrus som genereras vid avfallsförbränning i konstruktionsändamål och de nationella myndigheterna i Nederländerna står för en stor andel av den totala användningen. Vidare har branschen för energiåtervinning från avfall och de nationella myndigheterna genom överenskommelsen Green Deal fastställt ambitiösa mål för en generell förbättring av bottenaskans kvalitet för fortsatt användning i konstruktioner.

Litteraturstudien visar att en metod som tillämpats för att bedöma cirkulariteten i städer eller regioner har tillämpats i två regioner i Nederländerna (Circle Economy, TNO, Fabric). Likaså pekas företagsparken Park 20/20 i Amsterdam ut som ett intressant exempel på cirkulär ekonomi i byggnation (Ejlertsson, Lindholm, Green, & Ahlm, 2018).

Med hänsyn till följande motiv bedöms Nederländerna utgöra ett lämpligt geografiskt område att studera vidare:

- användningen av slaggrus/askor i konstruktioner har visats vara hög
- myndigheterna står för en stor del av efterfrågan på slaggrus/askor
- myndigheterna samarbetar med branschen för att förbättra kvaliteten hos slaggrus/askor
- det har genomförts utvärderingar med avseende på cirkularitet i Amsterdam och Noord-Holland
- en företagspark i Amsterdam betraktas som ett bra exempel på cirkulär ekonomi i byggnation

4.2.2 Frankrike

De flesta regioner i Frankrike har gott om naturresurser, i form av krossberg, grus och sand. Dock har utvinning av grus och sand minskat till följd av risker för förorening av vattendrag och priset för krossberg har ökat (Potier, 2019). Därav har incitamenten att ersätta naturresurser med alternativ såsom återvunnen ballast (t.ex. krossad betong) ökat. I Frankrike används återvunnen ballast idag främst inom väg och anläggning, som en naturlig följd av samverkan mellan sociala och ekonomiska faktorer, samtidigt som det är hög efterfrågan på ballast för betongproduktion. Därför försöker Frankrike framhålla användning av återvunnen ballast i betongstrukturer, genom att undersöka lagstiftning och lokala initiativ (t.ex. projektet RECYBETON (Potier, 2019)). Följaktligen har Frankrike och specifikt regionen Loire-Atlantique valts ut i föreliggande studie, då förhållandena liknar de i Sverige med avseende på god tillgänglighet till naturresurser, men skiljer sig vad gäller den högre andelen avfall som återvinns till ballast i nya konstruktioner. Frankrike har nått 60% återanvändning av icke-farligt avfall.

4.2.3 Tyskland

Som nämnts har Tyskland redan nått 70%-målet, dvs. Återanvändning och återvinning av 70% av icke-farligt bygg- och rivningsavfall till 2020. Därför har även Tyskland valts för fördjupad studie, med fokus på hur möjliggörare och trösklar har hanterats för att nå de återvinningsnivåer man har där. Berlin har specifikt valts ut som exempel på en stad,

där användandet av återvunnen ballast i offentlig byggnation är obligatorisk (Welsch, 2019).

4.3 Erfarenheter från användning av sekundära råmaterial

Gemensamt för avfallshanteringen i de tre utvalda länderna, liksom inom övriga EU, är att den styrs övergripande av avfallshierarkin i EU:s ramdirektiv för avfall. Därigenom är deponering av avfall endast tillåtet i det fall avfall varken kan material- eller energiåtervinnas. I direktivet finns också bland annat ett mål om att 70 % (vikt) av icke-farligt bygg- och rivningsavfall senast år 2020 ska förberedas för återanvändning eller återvinnas.

4.3.1 Nederländerna

4.3.1.1 Mängder och användning

I Nederländerna genererades år 2016 cirka 20,5 miljoner ton mineraliskt bygg- och rivningsavfall (Eurostat, 2019) och cirka 3,3 miljoner ton förbränningsrester (Eurostat, 2019) varav cirka 2 miljoner ton utgörs av askor från förbränning av avfall (Schut, 2019). I Nederländerna används ofta sekundära material för konstruktionsändamål utanför avfallsanläggningar.

Exempelvis utnyttjas all bottenaska som genereras vid förbränning av avfall (cirka 1,5 miljoner ton) i konstruktioner (Vereniging Afvalbedrijven, 2019). En dominerande andel av detta används i, ofta större, statliga projekt såsom motorvägsbyggen som Rijkswaterstaat (ett statligt verk som ansvarar för vägar och vatten, under ministerium för infrastruktur och vatten) genomför. I dessa fall används bottenaskan oftast inte i underbyggnaden utan snarare där det finns behov av material för att höja vägbanan, t ex i på- och avfartsramper (Schut, 2019). Det pågår för närvarande ett arbete i avsikt att sammanställa vilka mängder askor som använts i konstruktioner i landet samt på vilka platser detta skett. Sådan data kommer att finnas tillgänglig efter sommaren 2019 (de Wilde, 2019). Den senaste uppgiften är att Rijkswaterstaat använt cirka 12 miljoner ton bottenaskor hittills i sina projekt (Schut, 2019). Merparten av de mängder som inte används av Rijkswaterstaat används istället av regionala och kommunala aktörer.

På motsvarande sätt återanvänds eller återvinns mer än 95 % av det inerta bygg- och rivningsavfall som genereras (Rijkswaterstaat, 2015). Exempelvis används uteslutande sekundära råmaterial i underbyggnad vid byggnation av vägar (Schut, 2019).

4.3.1.2 Lagstiftning

Genom den nationella förordningen Besluit bodemkwaliteit (Nederländska Regeringen, u.d.) (Soil Quality Decree) regleras både användning av byggnadsmaterial och jordar. Förordningen reglerar bland annat provtagning och analys av avfall, upprättande av avfallsdeklaration och förfarande för anmälan till den behöriga myndigheten. Användning av avfall i konstruktioner ska alltid dokumenteras. Rijkswaterstaat har också publicerat Regeling bodemkwaliteit (Rijkswaterstaat Water, u.d.) (Soil Quality Regulation) som kompletterar förordningen och beskriver kraven mer i detalj. I Regeling

bodemkvaliteit regleras innehållet av organiska föroreningar med en uppsättning gränsvärden som gäller för samtliga material. Vad gäller utlakningsegenskaper så indelas byggnadsmaterialen istället i tre olika kategorier – monolitiska material, granulära material utan försiktighetsåtgärder respektive granulära material med försiktighetsåtgärder (så kallade IBC-material). Byggnadsmaterial som uppfyller kraven och gränsvärdena för någon av de två första kategorierna kan användas fritt utan krav på ytterligare försiktighetsåtgärder. Sådana byggnadsmaterial som däremot endast uppfyller gränsvärdena för den tredje kategorin kan användas i konstruktioner under förutsättning att konstruktionen isoleras, kontrolleras och övervakas av verksamhetsutövaren med avseende på föroreningar. För en sådan konstruktion krävs också att en anmälan lämnas in senast fyra veckor innan arbetet påbörjas till den behöriga myndigheten. Innan anmälan upprättas ska också konstruktionskonceptet godkännas. Den behöriga myndigheten för mindre projekt är normalt kommunen. Vid större vägbyggnationer som till exempel sträcker sig över flera kommuner utgörs den behöriga myndigheten av en särskild kommitté för miljökontroll inom Rijkswaterstaat (van Rijssen, 2019). Konstruktioner som kräver försiktighetsåtgärder enligt ovan registreras också i en nationell databas i syfte att veta var sådana material använts (Schut, 2019).

Hittills har bottenaska generellt utgjort ett IBC-material. För att uppfylla de kraven är det oftast tillräckligt att sortera ut metaller och sedan lagra bottenaskan en tid och därmed låta dem åldras så uppfylls gränsvärdena för IBC-material (Hedenstedt, 2015).

4.3.1.3 Styrmedel och policies

Nationellt

Den nederländska regeringen är ansvarig för utveckling av lagstiftning och nationella mål. Rijkswaterstaat ansvarar å sin sida för utveckling av policies och rådgivning kring lagstiftningen, t ex med avseende på Besluit bodemkwaliteit. Rijkswaterstaat ansvarar också för genomförande samt underhåll av större infrastrukturprojekt, såsom vägar och kanaler (Schut, 2019).

Den nederländska regeringen har sedan några år en ambition att till år 2030 minska användningen av primära råmaterial med 50 %. Detta är dock ännu relativt vagt preciserat och saknar ett referensår som ambitionen ska jämföras mot. Det finns inte heller data som gör att det går att följa upp utvecklingen eftersom den senaste mest heltäckande bakgrundsdata avseende användning av sekundära råmaterial är från år 2007. Vidare bedöms det bli svårt att uppfylla ambitionen då efterfrågan på byggnadsmaterial är avsevärt större än tillgången på sekundära råmaterial (Schut, 2019).

Rijkswaterstaat verkar också för att ställa om i samhället till en mer cirkulär ekonomi. Rijkswaterstaat har fastställt ett mål för sin verksamhet som innebär att de ska bedriva cirkulär verksamhet år 2030. Vad detta exakt innebär är inte ännu definierat. Inom Rijkswaterstaat har därför ett program startats upp för att senast år 2020 definiera vad målet innebär för verksamheten. Parallellt med detta genomförs också ett antal olika pilotprojekt i syfte att röra sig mot målet år 2030. I ett pilotprojekt byggs en viadukt som sedan monteras isär för att därefter byggas upp igen. Detta i syfte att visa att det går att bygga infrastruktur på ett cirkulärt sätt (Schut, 2019). Sekundära råmaterial används i stor utsträckning i anläggningsarbeten, men endast 3–4 % av det byggnadsmaterial som

används för konstruktion av nya byggnader utgörs av (ospecificerade) sekundära råmaterial (Rijkswaterstaat, 2015). I avsikt att stimulera sådan användning har Rijkswaterstaat genomfört ett projekt för att stimulera cirkulära processer. I sitt arbete samlade Rijkswaterstaat företrädare för byggbranschen för att få branschens synpunkter på hur arbetet kan tas framåt.

Kommunal nivå

Ambitionen att ställa om till en mer cirkulär ekonomi finns på flera håll i Nederländerna. Staden Amsterdam har ett uttalat mål att vara ledande i världen inom cirkulär ekonomi. I stadens hållbarhetspolicy som antogs år 2015 utgör cirkulär ekonomi en av de centrala frågorna (Circle Economy, TNO, Fabric). Relaterat till detta arbetar man inom staden utifrån följande sju principer:

- Material förs in i tekniska eller biologiska kretslopp
- All energi kommer från förnyelsebara källor
- Resurser används för att skapa (ekonomiskt eller annat) värde
- Flexibel design av produkter och produktionskedjor ökar möjligheterna till anpassning i system
- Nya affärsmodeller för produktion, distribution och konsumtion möjliggör skiftet från ägandeskap till användning av tjänster
- Logistiksystem anpassas till alltmer regional service som också utnyttjar returtransporter
- Mänskliga aktiviteter bidrar till ekosystemen

Staden har utfört ett antal pilotprojekt inom cirkulär ekonomi, men för att ta ett helhetsgrepp kring området har en cirkulär kartläggning (så kallad Circle City Scan) utförts med avseende på konstruktionsmaterial respektive organiska restprodukter (Circle Economy, TNO, Fabric). Arbetet utgjordes av bland annat en flödesanalys samt en bedömning av behov och möjligheter och resulterade i en agenda med förslag på aktiviteter som bör genomföras. I arbetet, som hade en tidshorisont år 2040, bedömdes bland annat användningen av jungfruliga byggnadsmaterial kunna reduceras med 500 000 ton till följd av ökad återanvändning (inflödet av material till Amsterdamregionen är 1,5 miljoner ton per år).

I arbetet beskrevs fyra huvudsakliga typer av barriärer som behöver överbryggas:

- lagstiftning
- kultur
- marknad
- teknik

Vidare redovisades fyra huvudsakliga strategier som bör tillämpas för att uppnå en sådan utveckling:

- smart design
- nedmontering och sortering
- högvärdig återvinning
- marknadsplats och resursbank

För var och en av de fyra strategierna har det också gjorts en uppskattning av vilka effekter de skapar med avseende på ekonomiskt värde, sysselsättning, materialanvändning och klimatpåverkan.

Utifrån de strategier som identifierats och de barriärer som ska hanteras utpekades tre prioriterade aktiviteter där staden Amsterdam har en viktig roll och därför bör fokusera på

- underlätta lagring av resurser och material
- stimulera återanvändning genom bl a upphandling
- efterfråga materialpass (dokumentation som beskriver vilka material som använts i byggnader) och utveckla vägledningar

4.3.1.4 Upphandlingar

För att genomföra infrastrukturprojekt utför Rijkswaterstaat upphandlingar. Utgångspunkten i dessa är att primära och sekundära råmaterial betraktas på ett likartat sätt. I utvärderingen av anbud tillämpas dock livscykelanalyser för att bedöma hållbarheten i ett projekt. En anbudslämnare som erbjuder ett mer hållbart utförande har större möjlighet att vinna en upphandling. Användning av sekundära råmaterial utgör en viktig aspekt i denna bedömning och kan ibland vara avgörande för utfallet (Schut, 2019).

4.3.1.5 Frivilliga överenskommelser

I syfte att öka användningen av sekundära material i konstruktioner har de nationella myndigheterna också försökt stimulera sådan användning genom överenskommelser med företrädare för berörda branscher. Det finns ett antal så kallade Green Deals inom olika samhällssektorer som har relativt olika inriktning, men som alla baseras på specifika mål och en begränsad tidsperiod för att uppnå dessa.

Det finns exempelvis en Green Deal avseende hållbar betong. Arbetet för att nå den överenskommelsen initierades år 2011 och syftet var att reducera klimatpåverkan från betongen. Denna överenskommelse omfattar en majoritet av företagen inom den sektorn (sett till marknadsandelar) och den beslutades år 2018 med mål som avser år 2030 (Schut, 2019).

På motsvarande sätt ingick den nederländska regeringen år 2012 en överenskommelse med verksamhetsutövarna för förbränningsanläggningar för avfall representerade av Vereniging Afvalbedrijfven (Dutch Waste Management Association). Denna Green Deal innebär att 50 % av de bottenaskor som genereras vid förbränning av avfall senast år 2017 ska uppfylla de gränsvärdena för utlakning som innebär att byggnadsmaterialet kan användas utan försiktighetsåtgärder och att motsvarande krav ska uppfyllas för all bottenaska senast år 2020. Gränsvärdena som gäller för IBC-material kommer således då att tas bort. Detta innebär att det ställs högre krav på behandling av bottenaskorna, till exempel i form av tvättning (van Rijssen, 2019). Bedömningsvis kommer de högre kraven att uppnås, men de kan komma att innebära vissa investeringar. I det fall de striktare gränsvärdena inte uppfylls i tid finns också möjlighet att lagra bottenaskor en tid medan tekniken utvecklas ytterligare (Heijnsdijk, 2019), (van Rijssen, 2019).

4.3.1.6 Standarder och certifiering

I upphandlingar ställs det vanligen krav på att bottenaskor ska vara certifierade. Certifieringssystemet som tillämpas för användning av bottenaska i vägkonstruktioner, BRL 2307 (Joint Council of Raw Material and Environmental Specialists, 2005) har tillämpats under lång tid. Det innefattar bland annat hantering/lagring, konstruktionsmässiga egenskaper och provtagnings- samt analysförfarande. Vid sidan av ska kraven i lagstiftningen uppfyllas. All bottenaska från förbränning av avfall uppfyller kriterierna i BRL 2307. På motsvarande sätt finns det ett certifieringssystem för användning i betong, BRL 2507 (Born, 2019), (Heijnsdijk, 2019), (Vereniging Afvalbedrijven, 2019).

I Nederländerna finns ett antal privata företag som har som sin huvudsakliga verksamhet att sortera och behandla bottenaskor från förbränning av avfall. Inom ramen för certifieringssystemen blir produkterna från deras verksamhet granskad av ackrediterade organ. Genom certifieringen erhålls ett större förtroende för produkterna bland de aktörer som sedan använder dem. Företagen som behandlar bottenaskor tar också fram så kallade prestandadeklarationer, i enlighet med byggproduktförordningen (CPR 305/2011), som intygar att materialet uppfyller de krav som ställs (Heijnsdijk, 2019).

4.3.1.7 Materialtillgång

Verksamheten hos de företag som sorterar och behandlar bottenaskor resulterar i en utsortering av metaller från askan samt en bearbetad aska som lämpar sig för konstruktionsändamål. Denna typ av företag har varit verksamma i flera decennier och de har god kunskap om materialet samt också om vilka behov som finns inom konstruktionsbranschen. För närvarande tycks det finnas behov av utökad kapacitet för att kunna ta emot de mängder bottenaskor som genereras i landet. Dessa företag ansvarar för cirka fem anläggningar till vilka verksamhetsutövare för förbränning av avfall kan lämna sina bottenaskor. Vid anläggningarna kan askorna lagras över en tid vilket skapar möjlighet att samla ihop tillräckliga mängder så att de räcker för olika konstruktionsprojekt (Born, 2019), (Heijnsdijk, 2019).

4.3.1.8 Ekonomi och affärsmodeller

Hittills har infrastrukturprojekt med användning av bottenaskor från förbränning av avfall vanligen åtföljts av försiktighetsåtgärder då materialet inte har uppfyllt de striktare gränsvärdena för utlakning. Dessutom ska sådana konstruktioner övervakas över tiden vilket ställer krav på kompetens för provtagning och analys av grundvatten i närområdet. Därmed har bottenaskor vanligtvis använts i större vägbyggnationer eftersom de infiltrationsskydd och den kompetens som krävs innebär relativt stora investeringar och en lite större organisation vilket endast blir kostnadseffektivt vid användning av större volymer (Born, 2019).

Den primära råvara som bottenaskor vanligen ersätter i Nederländerna är sand som utvinns ur havet. Även den sanden behöver tvättas till följd av sitt höga kloridinnehåll vilket innebär att kostnadsbildningen ofta inte är så olik den för bearbetad bottenaska. Ofta är det transportkostnaden som därför blir styrande för vilket material som i slutändan används (vid sidan av de hållbarhetsaspekter som nämnts ovan). I infrastrukturprojekt

nära havet används ofta sand medan sekundära byggnadsmaterial som bottenaska blir mer konkurrenskraftigt i inlandet (Born, 2019).

Företagen som driver förbränningsanläggningar för avfall betalar företagen som bearbetar askor för att de ska ta hand om de uppkomna bottenaskorna. Ersättningsnivån beror i första hand på metallinnehållet i askan (som ju innehar ett värde) men också på föroreningsnivån. Detta har sedan lång tid varit ett billigare alternativ jämfört med deponering. Företagen som bearbetar askorna utgör en länk mellan avfallsproducenterna och byggföretagen. De ansvarar normalt sett för behandling och lagring men kan också stå för transporter vid behov. I byggprojekt utgör de ofta underleverantörer avseende material till byggföretag (Born, 2019), (Heijnsdijk, 2019).

Relaterat till den ambition som finns både nationellt respektive i Amsterdam att ställa om till en cirkulär ekonomi så uppfördes företagsparken Park 20|20 i Haarlemmermeer nära Amsterdam, med de primära utgångspunkterna att den ska bidra till hållbarhet och affärsmässighet. Bland de innovativa lösningarna som tillämpats nämns bland annat att Cradle to Cradle®-certifierade produkter använts vid byggnation (i parken finns för närvarande världens största samling av sådana material) och att byggnaderna har designats på så sätt att de ska kunna monteras ned då de bedöms uttjänta. Vidare har det upprättats materialpass för respektive byggnad som beskriver vilka material som använts och i vilken omfattning (Park 20/20, 2019).

4.3.1.9 Ansvar

Sådana byggnadsmaterial som utgör så kallade IBC-material ska övervakas under konstruktionens hela livstid. Det är ägaren av konstruktionen som ansvarar för detta. I de flesta fall är ägarna statliga, regionala eller kommunala aktörer. Det har förekommit att konstruktioner inte håller de egenskaper som krävs över tid. Detta inträffade nyligen då en stor vägkonstruktion bedömdes undermålig till följd av de IBC-material som använts. De åtgärder som krävdes innebar stora kostnader, vilket inte stod i proportion till att konstruktionen bara var 15 år gammal. I det fallet stod ägaren, Rijkswaterstaat, för kostnaderna (Schut, 2019). Det kan finnas olika anledningar till att ett IBC-material inte uppfyller de krav som ställs. I det fall materialet inte överensstämmer med den dokumentation som förmedlats (Declaration of Performance) bör företaget som levererat materialet hållas ansvarig. Om materialet istället inte använts på det sätt som det är avsett att användas så är rimligen byggherren eller ägaren ansvarig (Heijnsdijk, 2019). Oavsett vem som pekats ut som ansvarig då det påtalas brister så medför en konstruktion som inte håller måttet på grund av användning av t ex bottenaskor konsekvenser för samtliga inblandade i värdekedjan eftersom materialet förknippas med negativa effekter och därmed blir mindre attraktivt (Born, 2019).

4.3.1.10 Drivkrafter

I samband med de intervjuer som utförts inom projektet så efterfrågades de icke-tekniska aspekter som var och en bedömde huvudsakligen ha bidragit till att

användningen av sekundära råmaterial ökat. Svaren utgör personliga bedömningar och återges aggregerat nedan.

- Lagstiftningen – Det är inte tillåtet att deponera sekundära råmaterial som kan användas i konstruktioner och lagstiftningen för byggnadsmaterial är densamma för primära och sekundära råmaterial (med undantag för IBC-material).
- Statliga aktörer – Regeringen har en uttalad ambition att uppnå en cirkulär ekonomi och fokuserar därför på att öka användningen av sekundära råmaterial. Rijkswaterstaat efterfrågar sekundära råmaterial för byggnation av infrastruktur såsom större vägar.
- Utrymmesbrist – Det genereras varje år stora mängder sekundära råmaterial, t ex bottenaskor och krossad betong som måste tas omhand och de ytor som kan avsättas för deponering är begränsade.
- Brist på primära råmaterial – I landet finns endast begränsade mängder primära råmaterial (med undantag för sand som utvinns från havet, men den är inte kostnadseffektiv att transportera alltför långt från havet) som är lämpliga för användning i konstruktioner.
- Standarder – Genom utveckling av standarder och därmed tillämpning av enhetliga krav blir det tydligt för användare att materialet uppfyller de krav som ställs.
- Politiska ställningstaganden – Vad gäller bottenaskor som har en högre föroreningsgrad och därmed inte klara kraven för fri användning så har inte efterfrågan på materialet varit drivande i sig, utan möjligheten att använda detta material genom utformningen av specifika gränsvärden för IBC-material har snarare tillkommit till följd av att det succesivt blivit svårare att finna andra alternativ för omhändertagande.

4.3.1.11 Slutsatser

Underlaget ovan visar att inte bara en enskild faktor ligger bakom att användningen av sekundära råmaterial är jämförelsevis hög i Nederländerna. Det är istället många samverkande faktorer som bidragit till detta. Det är också en utveckling som sträcker sig över flera decennier (sedan 80-/90-talet), där olika steg har tagits i samma riktning. Viktiga utgångspunkter har varit att Nederländerna är ett relativt litet land, sett till dess yta, och att tillgången till primära råmaterial är relativt begränsad. Detta har inneburit att man i Nederländerna relativt tidigt, i förhållande till andra länder, ställts inför utmaningen att finna material som är lämpliga att använda i infrastruktur samt att finna alternativa möjligheter till omhändertagande av sekundära material vid sidan av deponering.

Framtagandet av lagstiftning som gäller för samtliga byggnadsmaterial, både primära och sekundära, skapade tydliga ramar för användningen av material i konstruktioner. Det har också inneburit att de administrativa processerna vid hantering av sekundära råmaterial (med undantag för IBC-material) inte försvårat användningen i jämförelse med andra material och att projekt därmed kan genomföras utan de osäkerheter som förknippas med anmälnings- och tillståndsförfaranden som är nödvändiga i t ex Sverige. Tillämpningen av en särskild uppsättning gränsvärden och försiktighetsåtgärder för användning av sekundära råmaterial med högre föroreningsgrad (IBC-material) har också inneburit att sådana material har kunnat användas, åtminstone i större projekt där

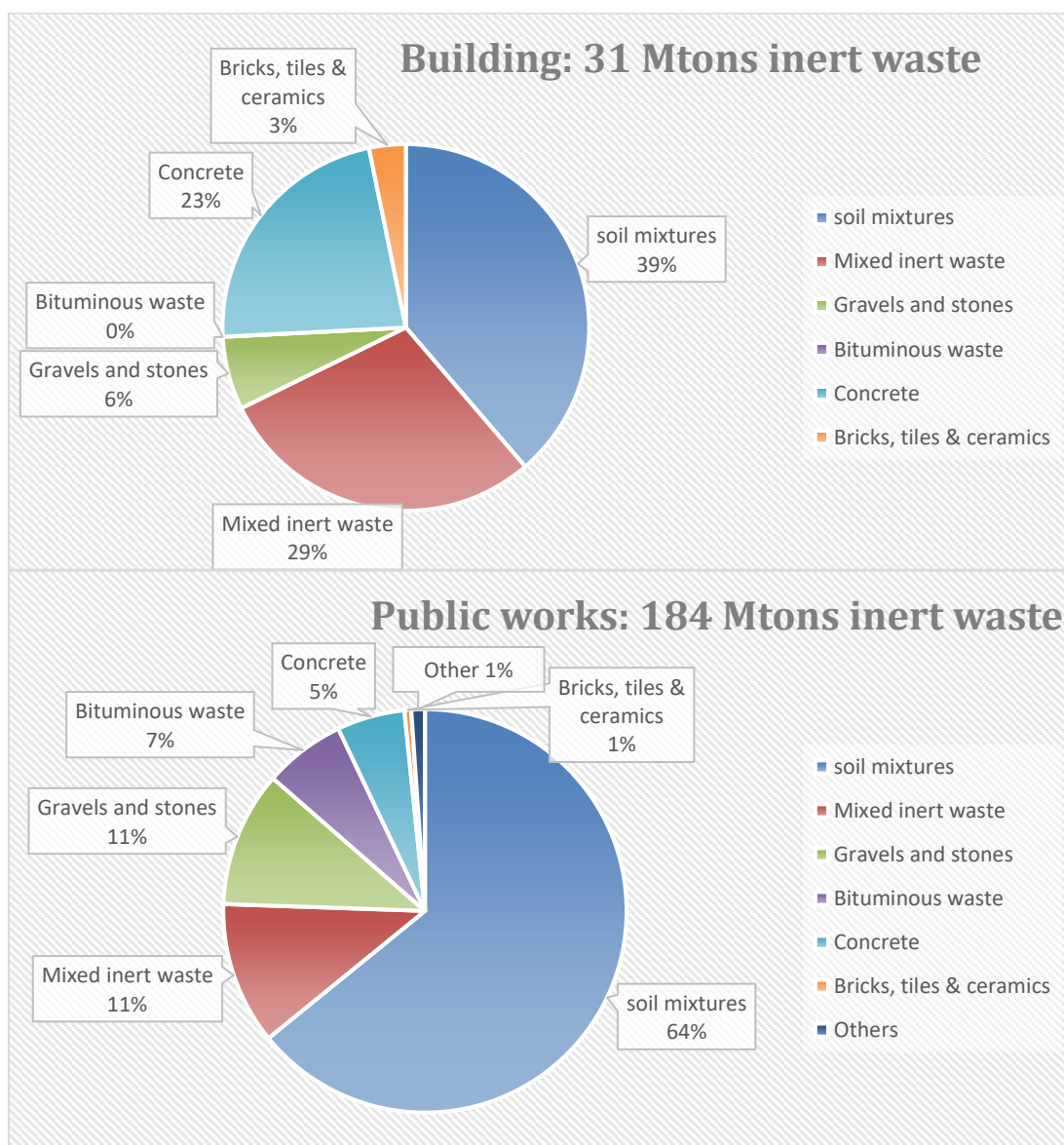
det funnits möjlighet att investera i tätskikt, utföra övervakning och hantera tillkommande administration.

Med tiden har företag som inriktat sig på att underlätta i värdekedjan vuxit fram. Företag som bearbetar bottenaskor har initialt varit fokuserade på att utvinna metaller ur materialet vilket efterfrågats på marknaden och därefter även sortera och upparbeta bottenaskan så att den kan användas för konstruktionsändamål. Under senare år har dessa också fått en allt större roll avseende att reducera föroreningsinnehållet i bottenaskan då materialet måste uppfylla högra ställda krav med avseende på utlakning då de mål som ställts i Green Deal ska vara uppfyllda. Det finns också företag som inom ramen för de certifieringssystem som finns inom området, granskar att den bottenaska som levereras för konstruktionsändamål uppfyller de krav som ställs.

Statliga aktörer har under lång tid spelat en viktig roll för användningen av sekundära råmaterial. De har dels varit tydliga med att sådana råmaterial ska användas i större utsträckning och också i många egna infrastrukturprojekt använts sig av sekundära råmaterial. På senare år har de blivit än tydligare i sina ambitioner och policies att verka för en cirkulär omställning vilket bör avspeglats i möjligheterna för användning av sekundära råmaterial även framöver.

4.3.2 Frankrike

I Frankrike genereras 85% av allt bygg- och rivningsavfall vid offentlig byggnation (t.ex. vägar, tunnlar och annan infrastruktur), medan resterande andel uppstår vid byggande och rivning av hus. Av allt bygg- och rivningsavfall utgörs 92% av inert avfall (CERC, 2013). År 2014 uppstod ca 217 Mton inert avfall från byggande, offentlig infrastruktur och betongproduktion (fabriksbetong och precast). Figur 1 visar hur de olika komponenterna i inert avfall genererat i Frankrike fördelar sig, uppdelat på byggnation och infrastruktur. Det betongavfall som kom direkt från betongproduktion utgjorde ytterligare 2 Mton (Mongear, Collonge, & Jezequel, 2019).



Figur 1 Olika fraktioner i inert avfall, genererat från byggnation ("building") respektive infrastruktur ("public works"), i Frankrike år 2014 (Mongear, Collonge, & Jezequel, 2019)

Det förekommer ett antal olika sätt man behandlar avfall på i Frankrike, se Tabell 1 (Mongear, Collonge, & Jezequel, 2019). Det ska dock sägas att det finns stora skillnader i återvinningsgrad mellan olika regioner. Regioner med fler återvinningsanläggningar har generellt högre återvinningsgrad.

Tabell 1 Hantering av inert avfall i Frankrike år 2014 (Mongear, Collonge, & Jezequel, 2019)

Hantering av inert avfall	Mängder (Mton)	Proportion (%)
Återanvändning (på plats)	71	33
Täktfyllning eller återfyllning	49	23
Deponi	36	17
Återvinning	27	11
Okänd hantering	34	16
TOTAL	217	100

4.3.2.1 Möjliggörare för återvinning av inert bygg- och rivningsavfall i Frankrike

Trots att det finns gott om naturresurser i Frankrike, så har åtkomsten till dessa minskat på grund av miljöfrågor och regleringar, samt svårigheter relaterade till att samhällets acceptans för täkter har minskat (Ministere de la transition ecologique et solidaire, 2019). Därmed har förutsättningarna för alternativ till primär råvara förbättrats.

Idag är de viktigaste möjliggörarna för ökad användning av återvunnen ballast i Frankrike, tillgången till naturresurser till trots, ekonomiska sådana. Detta tack vare att avfallsproducenter måste betala en mycket högre avgift till deponi än till en återvinningsanläggning: 70 €/ton för avfall till deponi, jämfört med 2–4 €/ton för avfall till återvinning. Samtidigt har priset för primär ballast från täkt ökat. Därför finns det en överenskommelse mellan regering och producenter av återvunnen ballast (Potier, 2019).

Krossad betong från rivningsavfall används vanligtvis som ballast i väg. Enligt målen uppsatta i *The Energy Transition for Green Growth Law* (Loi n° 2015–992 du 17 August 2015) (Bordebeure, 2017), ska 60% av materialen som används i vägbyggnation komma från återvinning och återanvändning av bygg- och rivningsavfall till 2020, med 20% i ytbeläggningar och 30% i själva väggroppen. Trots att redan merparten av rivningsbetongen i Frankrike används i vägbyggnad, så har den franska regeringen satt upp ett mål om att använda återvunnen betong som ballast i husbyggnadsbetong. Detta är också målet för det franska nationella projektet RECYBETON, där man siktar på att använda 5–10% återvunnet bygg- och rivningsavfall som grov betongballast och 10–20% som fin betongballast. Under följande underrubriker diskuteras olika trösklar för ökad användning av bygg- och rivningsavfall och hur man tagit sig över dessa i Frankrike.

4.3.2.2 Trösklar användning av återvunnen ballast i betong

Det finns några generella trösklar när det kommer till att producera återvunnen ballast av hög kvalitet till betong (Braymand, Pillard, Fonteny, & Francisco, 2019):

- Dålig avfallssortering – med avfall som utgörs av blandning av många olika typer av material – sänker kvaliteten
- Låg efterfrågan på återvunnen ballast som delmaterial i husbyggnadsbetong
- Redan etablerade användning av återvunnen ballast i vägbyggnation, dvs. konkurrens med andra användningsområden
- Avsaknad av nationella anvisningar och lagstiftning för användning av återvunnen ballast i betong

4.3.2.3 Fransk lagstiftning och reglering

I det nationella projektet RECYBETON (Braymand, Pillard, Fonteny, & Francisco, 2019) har man studerat fransk lagstiftning och regleringar som riktar sig mot hantering av bygg- och rivningsavfall, för att identifiera huruvida de dessa var hinder eller möjliggörare för återvinning. De noterade att det inte finns något som direkt riktar sig mot återvunnen ballast i betong, utan att dessa riktar sig mot avfall i allmänhet och hur sådant ska förvaras och återvinnas (se Tabell 2 för sammanställning).

Tabell 2 Lagstiftning och reglering (Braymand, Pillard, Fonteny, & Francisco, 2019)

Text	Lag	Område	Möjliggörare eller hinder
Miljöskyddslag (2018)	L541-14161 R 541-41-1 R 541-41-18	Reglerande ramverk för hindrande av avfalls uppkomst och hur den ska hanteras	Möjliggörare
	L 515-3	Regional täktplan – hållbar hushållning av resurser från återvunna material	Möjliggörare
	L 541-1-1, L 541-2 L 541-7, L 541-43	Definition av producentens och avfallsägarens ansvar	Både och
	2010-1579 order	Rivningsmaterial (betongrivning) får avfallsstatus, när det lämnar platsen där det uppstått	Hinder
Offentliga arbeten (2006)	Artikel 5	Upphandlande myndighet måste före fram riskerna och karaktärisera	Hinder: ovilja ta risken

Text	Lag	Område	Möjliggörare eller hinder
		materialen i byggnaden, för att visa på förekomst av farliga produkter	
Folkhälsoskydd (2018)	2010-1579 order	Förbud för tillverkare att använda byggmaterial och betongavfall som har visat sig vara kontaminerade, eller sannolikt är det	Hinder: ovilja ta risk
Arbetsmiljölög (2018)	L 4531-1	Krav på den upphandlande myndigheten att utvärdera hälsorisker relaterade till asbest	Hinder: ovilja ta risk
Tullkod (2018)	Artikel 266, 268, 265	Anläggningar för behandling, lagring eller transit av rivningsmaterial omfattas inte av den allmänna skatten på förorenande verksamheter	Möjliggörare
EU-direktivet (EC 2008)	2008/98/CE "waste framework"	Förutsättningar för när ett avfall slutar vara ett avfall	Hinder, men kan komma att ändras

4.3.2.4 Lokala initiativ och riktlinjer

Som redan nämnts finns det inga nationella franska dokument som ger riktlinjer för återvinning av betong till ny betong, medan det finns såväl nationella som regionala riktlinjer för användning av återvunnen ballast i vägbyggnation. Samma metodik skulle kunna anpassas och appliceras på återvinning till betongballast.

CEREMA (*Center for Studies and Expertise on Risks, the Environment, Mobility and Development*), en offentlig institution som ligger under både ministern för ekologisk och social övergång och ministern för territorial sammanhållning, föreslog en handbok för "Miljömässig acceptans för alternativa material i väg och infrastruktur", som i sin tur baseras på flera olika regionala riktlinjer och handledningar (Braymand, Pillard, Fonteny, & Francisco, 2019). Den följer flera steg:

- Produktion av alternativa material

- Karaktärisering (med avseende på kvalitet) och mottagning av rivningsmaterial
- Behandling (t.ex. återvinning) av det alternativa materialet
- Produktion av vägmaterial
- Definition av vad materialet får användas till, i relation till exponeringsnivåer för grundvatten, sjöar och vattendrag
- Definition av begränsningar för användningar, med hänsyn till miljö och tillverkning av vägmaterial
- Miljökvalitetsprotokoll
 - Överensstämmelse med miljökrav: innehåll av föroreningar
 - Provningsfrekvens
 - Spårbarhet (inte närmare definerat)

4.3.2.5 Europeiska och internationella riktlinjer

Det franska förbundet för byggande (FFB) rapporterade om den europeiska referensnivån för hantering av byggavfall på byggplats (Braymand, Pillard, Fonteny, & Francisco, 2019). Arbetet resulterade i rekommendationer för att förbättra återvinningen av inert avfall:

- Uppströms byggplatsen
 - Utbilda och träna projektledningsteam och projektledning
 - Öka kunskap om avfall
 - Organisera avfallshantering
- På byggplatsen
 - Förbättra sorteringsmetoder och platslogistik
- Nedströms byggplatsen
 - Uppmuntra återvinning av inert avfall
 - Slå samman insamlings- och behandlingsplatser
- Utveckla återanvändningen av byggmaterial och -produkter
- Utveckla användning av återvunnet material
 - Vinn användarnas förtroende
 - Förorda i högre grad användning av återvunnen ballast
- Skriv en praktisk sorteringsanvisning
- Uppmuntra logistik anpassad för sortering vid källan
- Träna personalen i sortering. Träningen bör integrera ekonomiska och miljömässiga vinster med effektiv avfallshantering, för att motivera människor.

4.3.2.6 Socialpolitik

Socialpolitik kan spela en viktig roll för att framhäva användning av återvunnen ballast i betong (Braymand, Pillard, Fonteny, & Francisco, 2019). Socialpolitik grundar sig på policys för såväl efterfråga som tillgång. Två huvudåtgärder under policys för tillgång är införande av deponiskatt och skapande av nollräntelån för investeringar i återvinningsutrustning. Författarna identifierar miljömärkning av byggnader i Frankrike som en viktig åtgärd under policys för efterfrågan, något som skulle öka marknadsefterfrågan på återvunnen ballast och motivera återvinningsanläggningar att investera i den kross- och siktutrustning som krävs för att producera återvunnen ballast lämplig till betong.

4.3.2.7 Regionen Loire-Atlantique

Som redan nämnt ser tillgången till naturresurser (täckter) olika ut i olika regioner i Frankrike. I den här studien har regionen Loire-Atlantique på den franska västkusten valts för att djupare undersöka de trösklar och möjliggörare som leder till ökad återvinning av inert bygg- och rivningsavfall. I denna region finns det gott om täckter (Mousavi, 2018). En studie av Loire-Atlantique som genomförts av den franska regionala organisationen CERC (Cellules Economiques Régionales de la Construction), visar att 2012 uppstod 2455 kton bygg- och rivningsavfall i denna region, av vilket 97% var inert material (CERC, 2013). Se vidare Tabell 3.

Tabell 3 Total inert avfallsfraktioner som uppstod i Loire-Atlantique 2012 (CERC, 2013)

Inert avfallsfraktion	Mängd (kton)	Proportion (%)
Icke-förorenad jord och lösa massor	1738	73
Grus och bergmaterial	101	4
Asfaltavfall	61	2.5
Betongavfall	144	6
Tegel, keramik, klinker	35	1.5
Blandat inert avfall	301	13
TOTAL	2381	100

Tabell 4 visar hur inert avfall behandlades i Loire-Atlantique 2012. Kring 67% av inert avfall återvanns eller återanvändes, i regel i vägar och annan infrastruktur. Enligt fransk lagstiftning anses återfyllnad av täkter som avfallsåtervinning, men från miljösynpunkt kan det ha samma miljöpåverkan som deponi (Mousavi, 2018).

Tabell 4 Hantering av inert avfall i Loire-Atlantique 2012 (CERC, 2013)

Hantering av inert avfall	Amount (kt)	Proportions (%)
Återvinning	244	10
Återfyllning av täkt	1261	53.5
Asfaltåtervinning	54	2
Användning i stadsplaneringsåtgärder	46	2
Inert deponi	776	32.5
TOTAL	2381	100

Tabell 5 visar var de olika avfallsfraktionerna hamnade, i Loire-Atlantique 2012 (CERC, 2013).

Tabell 5 Slutmål för olika fraktioner i det inerta avfallet (CERC, 2013)

Avfall Avfalls- behandling	Återvinning (t.ex. infrastruktur, vägar)	Täktfyllning	Stadsplanering (t.ex. återfyllnad)	Inert deponi
Betong	90%	5%	-	5%
Asfalt	98%			2%
Grus och lösa massor	71%	3%	18%	8%
Icke-förorenade och lösa massor	1%	68%	2%	29%
Blandat inert avfall	7%	15%	-	78%

Baserat på en enkät genomförd i Loire-Atlantique 2013, identifierades hinder som ägare till återvinningsanläggningar mötte, vad gäller återanvändning och återvinning av inert avfall, i huvudsak betong, grus och lösa massor, samt blandat inert avfall (CERC, 2013). Dessa var:

- Administration och tillgång till mark – en del anläggningsägare har svårt att hitta tillräckligt med mark för mottagning, sortering och förvaring av inert och farligt avfall.
- Ekonomiska – många svarade att kostnaden för att återvinna fortfarande är för hög jämfört med kostnaden att deponera och istället använda primära material.
- Dålig sortering innan ankomst till återvinningsanläggning – en del av det avfall som kommer till anläggningarna är blandat, vilket minskar effektiviteten i den sortering som utförs på återvinningsanläggningen.
- Bristande vilja att använda återvunna material – det är bristande intresse och kunskap vad gäller användandet av återvunna material

På samma sätt visade Mousavi (2018) att marknadspriset för primär ballast respektive återvunnen betong, jämte köparens förtroende för den återvunna betongen, är de faktorer som i högst grad påverkar köparens val mellan återvunnet material och naturmaterial. Studien visade också att det finns ett psykologiskt hinder, som köparen behöver komma förbi för att välja återvunnen betong som ballast. Dock visade studien också att om berörda myndigheter vidtog åtgärder för att öka köparnas förtroende för den återvunna betongens kvalitet eller ökade skatten på naturlig ballast, så ökade marknadspotentialen att använda återvunnen ballast signifikant.

4.3.2.8 Möjliggörare och trösklar för användning av askor i Frankrike

Baserat på personlig kommunikation med Glachant (2019), så används flygaska från koleldning vid tillverkning av en del cementtyper (CEM II, CEM IV, CEM V) i Frankrike. Den första tröskeln är cementstandarden. Cementproducenter tillåts använda flygaska från koleldning i CEM II, CEM IV, etc. i enlighet med den europeiska standarden EN 197-1. Den andra tröskeln är cementets kvalitet, eftersom den inte kommer vara den samma för ren Portlandcement, tillverkad helt från primära råmaterial. Den huvudsakliga möjliggöraren är ekonomi, eftersom flygaska är billigare än de primära råvarorna (Glachant, 2019).

4.3.2.9 Slutsatser

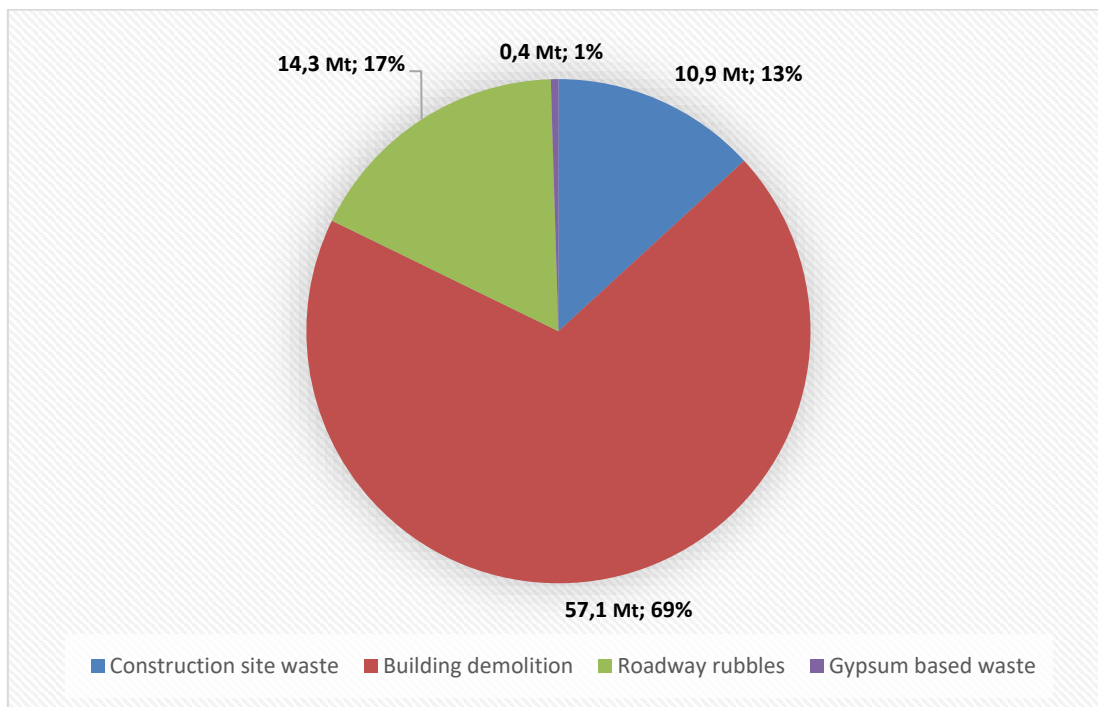
Frankrike har nått 60%-målet i ramverksdirektivet för avfall (WFD). Det finns olika trösklar för att öka återvinningsgraden i byggnadssektorn. De viktigaste är brist på efterfrågan, vilket beror på bristande förtroende vad gäller materialens kvalitet och avsaknad av riktlinjer för hur man använder återvinner mineraliska fraktionen från bygg- och rivningsavfall som ballast i ny betong. Eftersom tillgången till primär råvara har minskat mer och mer, så måste byggsektorn medverka till att förbättra kvalitén hos återvunna material och utveckla regleringar, för hur återvunna material ska användas i konstruktion. Detta kan bli de viktigaste möjliggörarna för att öka återvinningsnivåerna.

4.3.3 Tyskland

Tyskland redovisar en av de högsta återvinningsnivåerna för bygg- och rivningsavfall i Europa (DG ENV, 2011). De har redan uppnått avfallsdirektivets mål om 70% återvinning av icke-farligt bygg- och rivningsavfall till 2020. Därför utgör det målet i sig inte längre en drivkraft att öka återvinningsgraden. I följande stycken avhandlas möjliggörare och trösklar med bäring på högre återvinningsgrad.

Sedan 1995 finns det en koalition mellan tyska byggmaterialindustrin, byggindustrin och avfallshanteringsindustrin – den kallas Kreislaufwirtschaft Bau (på svenska ungefär ”Cirkulär ekonomi Bygg”) och promotorar cirkulär ekonomi för byggande. Målet för detta initiativ är att skydda naturresurser och att öka resurseffektiviteten. Vartannat år publicerar Kreislaufwirtschaft Bau de senaste siffrorna för förekomst och utnyttjande av mineraliskt bygg- och rivningsavfall, som ett kvitto på sitt engagemang (Rauscher, 2019).

Under 2016 uppstod 214.6 miljoner ton mineraliskt bygg- och rivningsavfall i Tyskland (KWB, 2016). Det bestod av jord och sten, byggfragment, vägbyggnadsavfall, blandat byggavfall och gipsbaserat byggavfall (Figur 2).



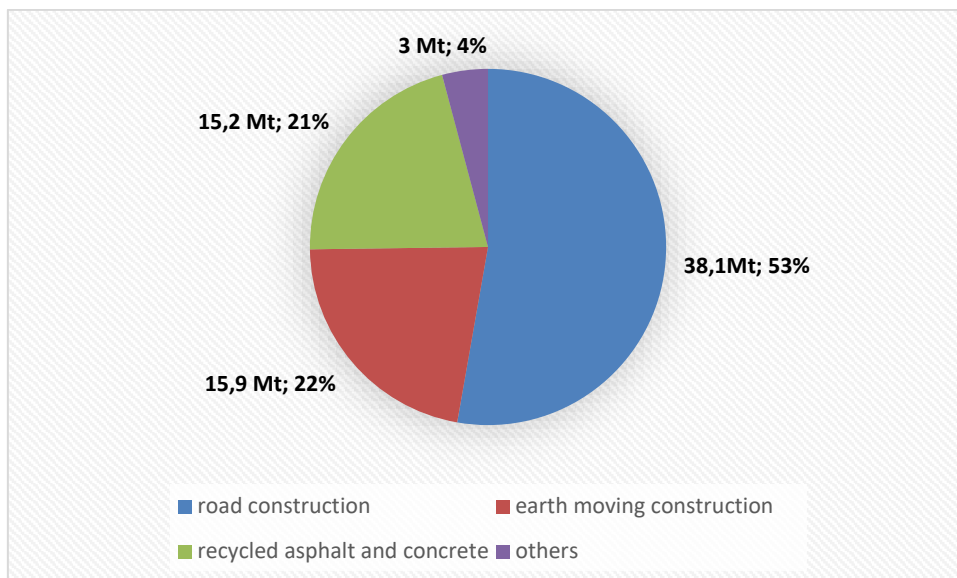
Figur 2 Sammansättning av mineraliska delen av bygg- och rivningsavfallet som uppstod i Tyskland 2016 (KWB, 2016).

Tabell 6 visar återvinningsgraden för varje enskild fraktion i den mineraliska delen av bygg- och rivningsavfall 2016 (KWB, 2016). Enligt Tabell 6 så var den totala återvinningsgraden av mineraliskt bygg- och rivningsavfall 2016 ca 90%.

Tabell 6 Återvinningsgrad av mineraliska delen av bygg- och rivningsavfall i Tyskland 2016 (KWB, 2016)

Mineralisk fraktion i bygg- och rivningsavfallet	Återvinningsgrad (%)
Vägavfall	97.9
Rivningsavfall	93.8
Byggavfall	98.6
Jord och sten	86.1
Gipsbaserat avfall	44.6

Under 2016 producerade återvinningsanläggningar 72.2 miljoner ton återvunnet material, vilket täckte 12,7% av alla mineraliska byggmaterial. Figur 3 visar hur återvunnet byggmaterial användes 2016.



Figur 3 Tillämpningar för återvunnet byggmaterial i Tyskland 2016 (KWB, 2016); (Rauscher, 2019).

Möjliggörare för att nå högre återvinningsgrad av bygg- och rivningsavfall i Tyskland (DG ENV, 2011)

- Höga kostnader för material, energi, arbetskraft och bortskaffande av avfall
- Regleringar fokuserar på den kompletta materialcykeln, där strävan är att den ska slutas
- Byggnadsdesigners och byggnadskonstruktörer måste ta materialens hela livscykel i beaktande

Trösklar för att nå högre återvinningsgrad av bygg- och rivningsavfall i Tyskland (DG ENV, 2011)

- Regleringar som ibland är motstridiga: De tyska bestämmelserna för grundvatten sätter striktare krav än EU-lagstiftningen kräver på halter för vissa ämnen. En del material som idag återvinns kan komma att exkluderas från fortsatt återvinning, då de innehåller skadliga ämnen, om de bestämmelserna skulle efterlevas (beivras). Till exempel kan en del ämnen såsom vanadin komma ut i grundvattnet, vilket i sin tur skulle äventyra återvinningen av miljoner ton byggavfall i framtiden. Det är dock inte klart varför just vanadin skulle utgöra ett potentiellt skadligt ämne från byggavfall (KWB, 2016).
- Bristande efterfrågan på återvunna byggmaterial av hög kvalitet i mer kvalificerade tillämpningar, såsom betongproduktion.
- Lägre pris på icke-återvunnet material jämfört med återvunna material.

4.3.3.1 Berlin

I Berlin ska återvunnen betong användas i offentligt byggande, helt enligt ny reglering för lokala myndigheter. Enligt produktstandarden för betong, DIN-EN 12620, så är det tillåtet att ersätta upp till 40 % av primär ballast med sekundär dito i ny betong, så länge

man tar ett antal aspekter i beaktande. Det finns några undantag i regleringen vad gäller byggnadens tak och grund, där det inte är obligatoriskt att använda återvunnen ballast (Welsch, 2019).

De huvudsakliga möjliggörarna i Berlin, för att återvinna betongavfall som ballast i ny betong, är enligt (Welsch, 2019):

- En ökning i mängderna rivningsavfall
- En ökning i byggandet
- Kortare transportsträckor när återvunna material används
- Bristande tillgång på naturresurser

Den huvudsakliga tröskeln är enligt (Welsch, 2019):

- Förekomst av puts på betongväggar i byggnader; med konventionella rivningsmetoder försvårar detta återvinningen av betong som ballast i ny betong.

I framtiden kommer regleringar som syftar till att byggnadskonstruktörer inte ska applicera puts och gips direkt på betongväggar.

4.3.3.2 Slutsatser

Tyskland redovisar en av de högsta återvinningsnivåerna för bygg- och rivningsavfall i Europa och har redan nått upp till återvinningsmålet i avfallsdirektivet. Därmed utgör inte 70%-målet i sig inte längre en drivkraft mot högre återvinningsnivåer. Dock gör nationella mål det, exempelvis Berlins krav på att miljömärka offentliga byggnader i staden. Det finns dock en del motstridiga regleringar som kan äventyra återvinningsmålen, t.ex. med bäring på farliga ämnen i avfall och att man potentiellt avstår använda avfallet, för att inte riskera att de farliga ämnena hamnar i grundvattnet.

5 Referenser

- Bordebeure, S. (2017). *Service Mobilisation et Valorization des Déchets Direction Economie Circulaire et Déchets*. ADEME Angers.
- Born, J.-P. (den 07 maj 2019). Personlig kommunikation.
- Braymand, S., Pillard, W., Fonteny, S., & Francisco, P. (2019). *NATIONAL PRACTICES: REGULATIONS, BARRIERS AND INCENTIVES*.
- CERC. (2013). *Observation des «déchets et du recyclage» du BTP - Etude sur les volumes et les flux de déchets et matériaux recyclés du BTP. [Observation of «waste and recycling» of Building and Public Works - Study on volumes and flows of waste and recycled materials.*
- Circle Economy, TNO & Fabric. (2018). *Scaling the circular built environment – pathways for business and government*.
- Circle Economy, TNO, Fabric. (u.d.). *Circulair Noord-Holland - Inzichten in het speelveld van de circulaire economie*.
- Circle Economy, TNO, Fabric. (u.d.). *Circular Amsterdam - A vision and action agenda for the city and the metropolitan area*.
- de Wilde, P. (den 06 juni 2019). Personlig kommunikation.
- DG ENV. (2011). *SERVICE CONTRACT ON MANAGEMENT OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE*. European Commission.
- Ejlertsson, A., Lindholm, C., Green, J., & Ahlm, M. (2018). *Cirkulär ekonomi i byggbranschen – sammanfattande översikt av forskningsläget och goda exempel*. IVL.
- Eurostat. (den 13 05 2019). Hämtat från http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasgen&lang=en
- Glachant, M. (den 15 04 2019). personlig kommunikation: WeLoop, France.
- Hedenstedt, A. (2015). *Omvärldsanalys avseende regelverk för användning av bottenaskor från avfallsförbränning i fem länder*. Svenska Energiaskor Rapport.
- Heijnsdijk, E. (den 21 Maj 2019). Personlig kommunikation.
- Jansson, G., & Wilhelmsson, A. (2008). *Användning av restprodukter inom EU*. Värmeforsk Rapport 1060.
- Joint Council of Raw Material and Environmental Specialists. (2005). *National Assessment Guidelines 2307, For the KOMO® Quality Mark with product certificate for Waste Incineration Plant Bottom Ash, For use as aggregates in earth works and road building*.
- KWB. (2016). *Kreislaufwirtschaft Bau. Mineralische Bauabfälle Monitoring*.

- Kärrman, E., Van Moeffaert, D., Bjurström, H., & Ber, E. (2004). *Förutsättningar för att askor kommer till användning i vägar*. Värmeforsk Rapport 849.
- Ministere de la transition écologique et solidaire. (den 05 05 2019). Hämtat från <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/dechets-du-batiment-et-des-travaux-publics>
- Mongear, L., Collonge, D., & Jezequel, F. (2019). *RSOURCE AND VARIABILITY OF RECYCLED AGGREGATE IN FRANCE*.
- Mousavi, M. (2018). *Territorial environmental modeling of Cement Concrete Demolition waste management with a life cycle approach*. PhD Thesis. University of Nantes.
- Nederländska Regeringen. (u.d.). Hämtat från <https://wetten.overheid.nl/BWBR0022929/2016-05-24>
- Park 20/20. (den 11 Juni 2019). Hämtat från www.park2020.com
- Potier, J. (den 30 04 2019). Personlig kommunikation: Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi (SNBPE), France, 2019-04-30.
- Rauscher, S. (den 10 05 2019). Personlig kommunikation: feess, Germany.
- Rijkswaterstaat. (2015). *Circular economy in the Dutch construction sector*.
- Rijkswaterstaat Water, V. e. (u.d.). Hämtat från <https://wetten.overheid.nl/BWBR0023085/2018-11-30>
- Sahlin, J. (2013). *Internationell utblick om användning av askor*. Svenska Energiaskor Rapport.
- Schut, E. (den 05 06 2019). personlig kommunikation.
- van Rijssen, H. (den 09 Maj 2019). personlig kommunikation.
- Welsch, M. (den 15 05 2019). Personlig kommunikation: BBSR – Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development, Germany.
- Vereniging Afvalbedrijven. (den 13 Maj 2019). Hämtat från <https://www.verenigingafvalbedrijven.nl/afvalmanagement/energie-uit-afval/bodemas-als-grondstof.html?type=uploader%27A%3D0>

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, Internet: www.ri.se

Energi och cirkulär
ekonomi
RISE Rapport 2019:
ISBN: