

# Omvärldsanalys avseende regelverk för användning av bottenaskor från avfallsförbränning i fem länder



En rapport framtagen av  
Författare: Anders Hedenstedt





Denna handbok är utgiven av Svenska EnergiAskor.

Svenska EnergiAskor är ett branschorgan som arbetar för miljöriktig hantering av askor från energiproduktion. Målet är ett hållbart energisystem där askorna i så stor utsträckning som möjligt återanvänds och ingår i kretsloppet.

Sverige har vi ett smart energisystem där vi tar tillvara alla resurser. Biobränslen och avfall används för att producera el och värme med låg klimatpåverkan. Istället för att bygga sopberg omvandlas avfallet till fjärrvärme och el. Energiaska är det restmaterial som blir kvar i fjärrvärmeverken och skogsindustrin vid framställning av värme, el och ånga.

Inom några år kommer sluttäckningen av många deponier färdigställas. Därför behövs nya användningsområden för askor och framförallt bottenaskor, som används vid sluttäckningen av deponier. Syftet med denna rapport är att ge en överblick över hur bottenaskor används i konstruktioner i vårt närområde, med exempel från Belgien, Danmark, Frankrike, Nederländerna och Tyskland. Rapporten har tagits fram av SP, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut på uppdrag av Svenska EnergiAskor. En analys av hur regelverk har påverkat förutsättningarna för användningen av askan ingår även. Genom intervjuer av relevanta aktörer i de olika länderna har vi fått fram en rad faktorer och erfarenheter som vi bedömer som relevanta för att stimulera till en ökad användning av bottenaskor i Sverige.

Stockholm den 14 september 2015

Monica Lövström

Svenska EnergiAskor AB



## Omvärldsanalys avseende regelverk för användning av bottenaskor från avfallsförbränning i fem länder



### SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut Energiteknik - Förbrännings- och aerosolteknik

Utfört av

Granskat av

Anders Hedenstedt

Inge Johansson

---

#### SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Postadress  
SP  
Box 857  
501 15 BORÅS

Besöksadress  
Västeråsen  
Brinellgatan 4  
504 62 BORÅS

Tfn / Fax / E-post  
010-516 50 00  
033-13 55 02  
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

## Sammanfattning

För närvarande används bottenaskor från avfallsförbränning i Sverige i stor utsträckning som konstruktionsmaterial inom avfallsanläggningar, exempelvis i samband med sluttäckning av deponier. Behovet av bottenaskor i sådana tillämpningar minskar dock i takt med att sluttäckningen av många deponier färdigställs inom de kommande åren. Det behövs därmed nya användningsområden för askor, däribland bottenaskor från avfallsförbränning.

Den befintliga regleringen av användning av avfall i konstruktioner utanför avfallsanläggningar utgörs av

- Miljöprövningsförordningen
- Naturvårdsverkets handbok 2010:1 – Återvinning av avfall i anläggningsarbeten
- praxis från avgöranden i ett par ärenden i Högsta Domstolen
- regionala/lokala tillämpningar

Naturvårdsverket framhåller som mål i den nationella avfallsplanen att de kommer att arbeta för att den miljö- och hälsomässigt säkra användningen av avfall och material i anläggningsarbeten ska öka. För att uppnå detta kommer de bland annat att utvärdera vilka effekter handboken enligt ovan haft med avseende på användningen.

Inför en sådan utvärdering och en eventuell efterföljande revidering av den gällande handboken vill Svenska EnergiAskor ge en överblick över hur användningen av bottenaskor i konstruktioner regleras i länder där andelen som används är relativt hög och/eller där det gällande regelverket är förhållandevis nytt eller under framtagande. Syftet med detta projekt är därmed att beskriva det befintliga 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 bottenaskan.

Projektet genomfördes i huvudsak genom intervjuer av relevanta aktörer i de utvalda länderna samt genomgång och utvärdering av den information som inhämtades. De aktörer som kontaktades var framförallt företrädare för nationella myndigheter, branschorgan, producenter av bottenaska samt institut som medverkat vid framtagandet av det gällande regelverket. Danmark och Tyskland valdes sedan ut för djupare analys.

I flertalet av de utvalda länderna finns juridiskt bindande lagstiftning för användning av bottenaska från avfallsförbränning i konstruktioner. Generellt har regelverket utarbetats i konstruktivt samråd med de berörda branscherna. I de flesta fall tillämpas regelverket på ett relativt stort antal typer av restprodukter och med gränsvärden för innehåll och utlakning av föroreningar. I några fall använder man sig av differentierade gränsvärden kopplade till vissa begränsningar i tillämpningsområden för att på så sätt kunna tillåta användning av bottenaskor med lite högre föroreningsinnehåll. I ett par av länderna krävs en anmälan för varje enskilt användningstillfälle medan det i övriga länder är möjligt att använda bottenaskan utan särskilt godkännande i det enskilda fallet förutsatt att de mest restriktiva/enda tillämpbara gränsvärdena uppfylls. Då de respektive länderna tillämpar olika testmetoder för bestämning av innehåll samt utlakning av föroreningar är det svårt att göra jämförelser av gränsvärdena sinsemellan.

I samtliga länder är användning i vägar den vanligaste tillämpningen för bottenaska från avfallsförbränning i konstruktioner utanför avfallsanläggningar. Andra tillämpningar som förekommer är exempelvis i bullervallar, parkeringsplatser och industriområden. Andelen bottenaskor som används i konstruktioner utanför avfallsanläggningar varierar mellan länderna från 25-100 %. I flertalet länder är det normalt tillräckligt med en utsortering av metaller samt lagring av bottenaskan för att uppfylla tillämpliga gränsvärden.

Med utgångspunkt från de erfarenheter som framkommit inom projektet bedöms följande faktorer vara viktiga för att stimulera till ökad användning av bottenaskor från avfallsförbränning utanför avfallsanläggningar i Sverige:

- 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

## Summary

Currently bottom ash from waste incineration in Sweden is used in high extent as a construction material within waste facilities, for example for final covering of landfill sites. The need for bottom ash in such applications will however decrease as the final covering of many landfills will be completed in the coming years. It is thus necessary to find new applications for use of ash, including bottom ash from waste incineration.

The existing regulation of use of waste in structures outside waste facilities consist of

- an ordinance on environmental assessment
- a guidance document from the Environmental Agency (“Recycling of waste in structures”)
- guidance from two decisions in Supreme Court
- regional/local applications

The Environmental Agency emphasizes as an objective in the national waste plan that they will contribute to an increased use of waste for construction purposes with respect to environment and health aspects. To achieve this they will first perform an evaluation of which effects the guidance document referred to above has had with respect to the use.

Before the performance of such an evaluation and possible revision of the existing guidance document, Svenska EnergiAskor would like to provide an overview of how the use of bottom ash in structures is regulated in countries where the bottom ashes is used in a relatively high extent and/or where the existing legal framework is relatively new or under development. Consequently, the purpose of this project is to describe the existing legal framework for use of bottom ash in structures (outside waste facilities) in Belgium, Denmark, France, the Netherlands and Germany, and to find out how the regulations has affected the conditions for the use of bottom ash.

The project was implemented mainly through interviews of relevant organizations in the selected countries as well as by review and evaluation of the collected information. The interviewees were mainly representatives of national authorities, industry bodies, producers of bottom ash and institutes that participated in the development of the existing legal framework. Denmark and Germany were then selected for further analysis.

In most of the selected countries there are legally binding legislation for use of bottom ash from waste incineration in structures. In general, the framework is developed in constructive consultation with the industries concerned. In most cases, the legal framework is applicable to a relatively large number of waste types and contains limit values with respect to content and leaching of contaminants. In some cases differentiated limit values are used together with limitations concerning possible applications in order to provide use of bottom ash with a higher impurity content. In a couple of countries a notification is required for each specific structure, while in other countries it is possible to use bottom ash without certain approval provided that the most restrictive/only applicable limit values are met. Since the respective countries apply different test methods for determination of the content and leaching of contaminants it is difficult to make fair comparisons of the limit values.

In all countries, the most common application of bottom ash from waste incineration in structures outside waste facilities is in roads. Other applications that occur are for example in noise barriers, parking lots and industrial areas. The proportion of bottom ash used in structures outside waste sites varies between the countries from 25-100%. In most countries it is normally sufficient to perform a separation of metals and a storage of the bottom ash to comply with the applicable limit values.

Based on the experiences of this project the following factors are expected to be important to encourage a greater use of bottom ash from waste incineration outside waste facilities in Sweden:

- a clear ambition/policy within the national authorities to encourage the use of waste
- coherent regulatory framework with differentiated limit values that allows use of bottom ash with higher impurity content with limitations concerning applications so that the risks for environment and health remain small
- public actors include bottom ash in procurements
- economic incentives that promote the use of bottom ash



## Innehållsförteckning

1.	Inledning	8
1.1	Bakgrund till och framtagande av befintligt regelverk	8
1.2	Nuvarande regelverk	8
1.3	Inverkande styrmedel	9
1.4	Bakgrund till detta projekt	9
2.	Syfte och omfattning	11
3.	Genomförande	11
4.	Resultat av omvärldsanalys	12
4.1	Belgien - Flandern	12
4.1.1	Bakgrund	12
4.1.2	Nuvarande regelverk	12
4.1.3	Kommande regelverk	13
4.1.4	Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel	13
4.1.5	Synpunkter och bedömningar	15
4.2	Belgien - Vallonien	15
4.2.1	Bakgrund	15
4.2.2	Nuvarande regelverk	15
4.2.3	Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel	16
4.2.4	Synpunkter och bedömningar	16
4.3	Belgien - Bryssel	16
4.3.1	Bakgrund	16
4.3.2	Nuvarande regelverk	16
4.3.3	Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel	16
4.3.4	Synpunkter och bedömningar	16
4.4	Danmark	17
4.4.1	Bakgrund	17
4.4.2	Nuvarande regelverk	18
4.4.3	Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel	19
4.4.4	Synpunkter och bedömningar	19
4.5	Frankrike	21
4.5.1	Bakgrund	21

4.5.2	Nuvarande regelverk	21
4.5.3	Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel	23
4.5.4	Synpunkter och bedömningar	24
4.6	Nederländerna	25
4.6.1	Bakgrund	25
4.6.2	Nuvarande regelverk	26
4.6.3	Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel	27
4.6.4	Synpunkter och bedömningar	28
4.7	Tyskland	28
4.7.1	Bakgrund	28
4.7.2	Nuvarande regelverk	29
4.7.3	Kommande regelverk	30
4.7.4	Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel	31
4.7.5	Synpunkter och bedömningar	32
5.	Slutsatser och diskussion	33
5.1	Regelverk	33
5.1.1	Övergripande	33
5.1.2	Tester och gränsvärden	34
5.2	Användning i konstruktioner	36
5.3	Exempel på innovativa lösningar	37
5.3	Vad kan stimulera till ökad användning i Sverige?	37
6.	Referenser	38
7.	Bilagor	41

# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund till och framtagande av befintligt regelverk

I Sverige har det innan år 2010 inte funnits någon generell vägledning att tillämpa för användning av avfall i konstruktioner. Sådan användning har bedömts av prövnings- och tillsynsmyndigheter i varje enskilt fall utifrån miljöbalkens allmänna bestämmelser och med viss vägledning från närliggande lagstiftning såsom sådan för förorenad mark. Brist på tydlig vägledning gav ofta underlag för varierande bedömningar hos myndigheterna.

Berörda aktörer (både verksamhetsutövare och myndigheter) hade sedan länge efterfrågat en vägledning inom detta område och år 2007 fick Naturvårdsverket i uppdrag av regeringen att ta fram kriterier för återvinning av avfall i anläggningsarbeten i syfte att öka andelen som återvinns utan risk för skadliga miljö- och hälsoeffekter. Arbetet resulterade i Naturvårdsverkets handbok 2010:1 – Återvinning av avfall i anläggningsarbeten<sup>40</sup>.

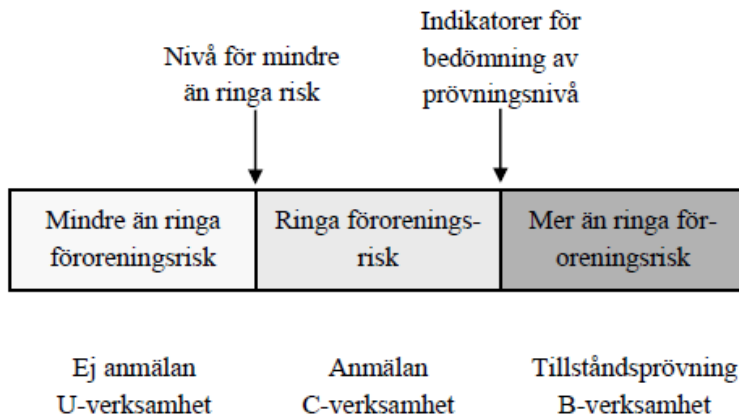
## 1.2 Nuvarande regelverk

Användning av avfall i konstruktioner regleras av Miljöprövningsförordningen (2013:251). Enligt 13 § i kapitel 29 gäller tillståndsplikt för användning för anläggningsändamål av avfall på ett sätt som kan förorena mark, vattenområde eller grundvatten, om föroreningsrisken inte endast är ringa. På motsvarande sätt gäller enligt 14 § anmälningsplikt för användning för anläggningsändamål av avfall på ett sätt som kan förorena mark, vattenområde eller grundvatten, om föroreningsrisken är ringa.

Naturvårdsverkets handbok 2010:1 är avsedd att tillämpas vid användning av avfall i anläggningsarbeten. Exempel på anläggningsändamål för avfall är:

- anläggningsarbete inom vägar och järnvägar
- bullervallar
- ytor såsom parkeringsytor eller ytor för annan verksamhet
- deponitäckning ovan tätskikt

Handboken anger nivåer för vad som motsvarar mindre än ringa risk enligt ovan. Avsikten med detta är att tydliggöra vilka kriterier som bör uppfyllas för att använda avfall i en konstruktion utan att behöva lämna in en anmälan till tillsynsmyndigheten, se Figur 1. Nivåerna anges för halter och utlakning från avfall, se Tabell 1.



Figur 1. Beskrivning av prövningsnivåerna för användning av avfall för anläggningsändamål<sup>40</sup>.

Tabell 1. Nivåer för mindre än ringa risk<sup>40</sup>.

Ämne	Halter i mg/kg TS	Utlakning C <sub>0</sub> LS 0,1 l/kg (mg/l)	Utlakning l/s = 10 l/kg (mg/ kg)
Arsenik	10	0,01	0,09
Bly	20	0,05	0,2
Kadmium	0,2	0,01	0,02
Koppar	40	0,2	0,8
Krom tot	40	0,2	1
Kvicksilver	0,1	0,001	0,01
Nickel	35	0,1	0,4
Zink	120	1	4
Klorid	-	80	130
Sulfat	-	70	200
PAH-L	0,6	-	-
PAH-M	2	-	-
PAH-H	0,5	-	-

Några motsvarande nivåer för att avgöra när avfall utgör ringa eller mer än ringa föroreningsrisk (det vill säga om verksamheten ska vara anmälnings- eller tillståndspliktig) finns inte i handboken. Istället hänvisas till de principer som gäller för framtagandet av nivåerna för mindre än ringa risk.

### 1.3 Inverkande styrmedel

I syfte att begränsa uttaget av naturgrus och skapa bättre ekonomiska förutsättningar för användning av alternativa byggnadsmaterial infördes år 1995 en skatt på naturgrus<sup>51</sup>. Den innebär för närvarande att varje ton naturgrus som utvinns beskattas med 13 kr. I och med en lagändring den 1 augusti 2015 justeras beloppet till 15 kr.

För att stimulera resurseffektiv användning av avfall infördes år 1999 en skatt i Sverige med avseende på deponering av avfall<sup>52</sup>. Den har sedan höjts vid några tillfällen och innebär sedan 1 januari 2015 en kostnad av 500 kr/ton avfall som deponeras<sup>53</sup>. Mottagningsavgifterna för deponering av avfall är därmed höga i Sverige sett ur ett internationellt perspektiv.

### 1.4 Bakgrund till detta projekt

Naturvårdsverket har meddelat att de har för avsikt att göra en översyn av handboken avseende återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Nedan redovisas några möjliga orsaker som kan ha bidragit till detta:

- I den gällande nationella avfallsplanen<sup>41</sup> pekats hantering av avfall inom bygg- och anläggningssektorn ut som ett av de fem prioriterade områdena inom avfallshantering perioden 2012-2017. Naturvårdsverket framhåller som mål för avfall i anläggningsarbeten att ”den miljö- och hälsomässigt säkra användningen av avfall och material i anläggningsarbeten ska öka”. I avfallsplanen meddelar Naturvårdsverket att ett initiativ som de kommer att ta för att nå detta mål är att utvärdera effekterna av Naturvårdsverkets handbok för återvinning av avfall i anläggningsarbeten.
- För närvarande används bottenaskor från avfallsförbränning i stor utsträckning som konstruktionsmaterial inom avfallsanläggningar, exempelvis i samband med slut-

täckning av deponier. Behovet av bottenaskor för sådana tillämpningar minskar dock i takt med att sluttäckningen av många deponier färdigställs inom de kommande åren. Det behövs därmed nya användningsområden för askor, däribland bottenaskor från avfallsförbränning<sup>21</sup>.

- Efter att Naturvårdsverkets handbok 2010:1 publicerades har ett par ärenden rörande användning av avfall ovan tätskiktet i deponier avgjorts i Högsta Domstolen. Utfallet i de båda ärendena följde inte rekommendationerna i handboken och då domarna har prejudicerande effekt skapar detta otydlighet kring hur regelverket ska tolkas inom detta område.
- En del tillsynsmyndigheter har som praxis att anmälan ska lämnas in då avfall ska användas i anläggningsarbeten även i sådana fall då nivåerna för mindre än ringa risk innehålls.

För att skapa sig en uppfattning om hur askor används i konstruktioner i andra länder har Svenska EnergiAskor år 2013 finansierat ett projekt som beskriver användningen av askor i åtta europeiska länder<sup>47</sup>. Bland de länder som ingick i studien fanns bland annat Belgien, Danmark, Frankrike och Nederländerna (som utgör fyra av de fem länder som omfattas av innevarande projekt).

Följande slutsatser drogs av projektet:

- Generellt är förutsättningarna för användning av askor goda i de länder som har en uttalad policy att spara naturresurser.
- Ekonomiska förutsättningar i omgivande system är avgörande, till exempel alternativ kostnad för omhändertagande av askorna (deponering) och alternativ kostnad för annan resurs (anläggningsmaterial eller gödningsmedel).
- Storskaliga nationella projekt i statens regi kan skapa erfarenheter och bra referenser för andra användare.
- Lagstiftning anpassad för begränsad tillämpning med krav på försiktighetsåtgärder och uppföljning har bidragit till omfattande användning av slaggrus från avfallsförbränning i Nederländerna.
- Information till och utbildning av byggherrar och entreprenörer är viktigt för att få acceptans för användning av askor.

Liknande sammanställningar och analyser av användning av restprodukter/askor i andra europeiska länder har också genomförts i ytterligare ett par projekt, se Förutsättningar för att askor kommer till användning i vägar<sup>28</sup> och Användning av restprodukter inom EU<sup>57</sup>.

Syftet med det förstnämnda projektet var att sammanställa förfaranden avseende användning av askor i några europeiska länder för att identifiera och övervinna hinder för ökad användning av askor i Sverige. De länder som studerades i projektet var Nederländerna, Frankrike, Storbritannien, Belgien, Finland och Danmark. Projektet resulterade bland annat i följande viktiga aspekter för att uppnå en hög andel användning av askor:

- en god ekonomi i alla led
- ett tydligt regelverk som kan ge ”fritt fram” eller ”stopp” för askanvändning i konkreta fall
- kommunikationsinsatser
- askproducenten/den aktör som vill använda askorna måste arbeta aktivt för att övertyga alla inblandade parter

- utbyte av goda exempel avseende tolkning av regelverk och handläggning av ärenden mellan myndigheter

Det senare projektet utgör framförallt en sammanställning av lagstiftning samt övriga relevanta aspekter som påverkar användning av restprodukter några europeiska länder. De länder som studerades i projektet var Finland, Danmark, Storbritannien, Polen, Österrike, Nederländerna och Frankrike. Även i detta projekt identifierades hinder och drivkrafter. Bland de förutsättningar som bedöms som viktiga för en hög andel användning av askor nämns bland annat följande:

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

## 2. Syfte och omfattning

Detta projekt syftar till att genomföra en omvärldsanalys avseende befintligt regelverk 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. Bakgrunden till urvalet av länder var framförallt att de länderna har relativt hög andel användning av bottenaskor från avfallsförbränning i konstruktioner utanför avfallsanläggningar och/eller har relativt nytt regelverk inom detta område alternativt genomför en revidering av regelverket.

I projektet ingår följande:

- Inhämtning av kunskap om vilka faktorer som legat bakom utvecklingen av regelverket i dessa länder.
- Beskrivning av tillämpningen av regelverket.
- Beskrivning av vad som krävs av avfallsproducenter och byggherrar för att ersätta konventionella byggnadsmaterial med bottenaskor från avfallsförbränning i konstruktioner utanför avfallsanläggningar.

## 3. Genomförande

Projektet genomfördes i huvudsak genom intervjuer av relevanta aktörer i de utvalda länderna samt genomgång och utvärdering av den information som inhämtades. I ett första steg kontaktades 3-5 aktörer i respektive land, framförallt företrädare för nationella myndigheter, branschorgan, producenter av bottenaska samt institut som medverkat vid framtagandet av det gällande regelverket. Som utgångspunkt för intervjuerna användes en uppsättning frågor som tillsammans skulle ge en bra bild av situationen i respektive land utifrån de frågeställningar som beskrivits ovan i avsnittet *Syfte*. Informationen inhämtades genom att fördela frågor till aktörerna utifrån vilken kompetens de besitter. Aktörerna fick också möjlighet att ge personliga reflektioner med avseende på regelverket.

Efter att ha genomfört intervjuerna och sammanställt inhämtad information hölls en avstämning med Svenska EnergiAskor i syfte att välja ut ett par länder som skulle analyseras ytterligare. Som underlag för detta beslut listades ett antal relevanta faktorer att beakta för

respektive land. Svenska EnergiAskor beslutade att Danmark och Tyskland skulle beskrivas mer i detalj.

Motiveringen till att fokusera på Danmark var främst:

- lagstiftningen är relativt likartad med det svenska regelverket
- andelen återanvändning av askor är hög
- ett grannland så det bör därmed finnas större incitament för utbyte på myndighetsnivå samt för harmonisering i regelverk
- närbesläktat språk, geografisk närhet och små avstånd inom landet bidrar till enkla och smidiga möten samt att informationen som inhämtas är lättförståelig

Motiveringen till att fokusera på Tyskland var främst:

- pågående revidering av regelverket innebär att flera personer bör ha bra koll på arbetsprocessen
- det planerade nya regelverket är väl underbyggt och mycket detaljerat
- Tyskland i andra sammanhang betraktas som ett relativt strikt land med avseende på miljölagstiftning (i likhet med Sverige)

Den djupare analysen av Danmark och Tyskland innebar bland annat personliga besök hos Miljøstyrelsen och Københavns kommune (Danmark) respektive IGAM och ITAD (Tyskland), vilket gav möjlighet att ta del av mer utvecklad information.

## 4. Resultat av omvärldsanalys

I detta avsnitt sammanfattas den information som inhämtats genom kontakter med relevanta personer/organisationer i de fem utvalda länderna – Belgien, Danmark, Frankrike, Nederländerna och Tyskland. I Belgien administreras flertalet frågor i samhället i de tre regionerna - Bryssel, Flandern och Vallonien. Därmed skiljer sig exempelvis regelverket mellan regionerna och de behandlas därför var för sig.

### 4.1 Belgien - Flandern

#### 4.1.1 Bakgrund

I Flandern implementerade den flamländska regeringen år 1998 lagstiftning avseende användning av avfall i konstruktioner (benämnd VLAREA). Stommen i VLAREA gäller ännu idag, men det har skett några revideringar under åren som följt<sup>6</sup>.

År 2012 reviderades VLAREA och reglerar nu även under vilka omständigheter som avfall kan klassificeras som produkter. Därmed infördes också en ny benämning – VLAREMA – där ”M” avser material<sup>54</sup>. Den del som rör sådan omklassificering (från avfall till produkt) har sin utgångspunkt i det arbete som pågår inom EU relaterat till artikel 6 i ramdirektivet för avfall<sup>14</sup>, det vill säga framtagande av kriterier för när avfall upphör att vara avfall med avseende på återvunna ballastmaterial (secondary aggregates). Versionen från 2012 utgör också en generell aktualisering av regelverket. I den ersattes också gränsvärdet för EOX av specifika gränsvärden för PCB eftersom EOX i vissa fall kunde ge missvisande bedömningar. För närvarande är det versionen från år 2012 som gäller<sup>6,12</sup>.

#### 4.1.2 Nuvarande regelverk

Den gällande lagstiftningen (VLAREMA) är generell på så sätt att den tillämpas på ett stort antal avfallstyper, varav bottenaska från avfallsförbränning är en av dem. En indelning görs i två olika kategorier som styr användningsområde samt även vilka krav som ställs. De två



kategorierna utgörs av obundna respektive bundna material. Obundna material är sådana som förekommer i partikulär form eller som inte håller ihop i en konstruktion då de utsätts för tryck om 9 MPa. Bundna material är stabila material som klarar högt tryck (> 9 MPa). I de obundna materialen förväntas det kunna ske en genomströmning av vatten och därför testas sådana material med kolonntest medan bundna material testas med diffusionstest då dessa endast förväntas bli exponerade vid materialets yta. Bottenaska från avfallsförbränning testas normalt som ett obundet material<sup>6</sup>.

VLAREMA omfattar gränsvärden med avseende på innehåll av metaller, gränsvärden för innehåll av organiska parametrar samt gränsvärden för utlakning av metaller och salter, se bilaga 1 och 2. Gränsvärdena för metallinnehåll och innehåll av organiska ämnen utgör normalt sett inte någon begränsning för bottenaskan från avfallsförbränning utan det är främst utlakning från bottenaskan som kan överskrida tillämpliga gränsvärden. I det fall gränsvärdena uppfylls kan bottenaskan användas i dess granulära form eller för inblandning i till exempel betongkonstruktioner. Förutsatt att de tillämpliga rikt- och gränsvärdena uppfylls och bottenaskan också uppfyller de tekniska egenskaper som krävs (t ex partikelstorleksfördelning och hållfasthet) så finns det möjlighet att ansöka om ett användartillstånd hos Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (den flamländska myndigheten för avfall, förkortad OVAM) som innebär att bottenaskan kan användas som en produkt (och därmed inte betraktas som ett avfall). I tillståndet definieras också eventuella begränsningar för hur bottenaskan får användas. Ett sådant tillstånd gäller på obestämd tid. Ett sådant tillstånd kan sökas av antingen verksamhetsutövaren som genererar bottenaskan (avfallsförbränningsanläggningen), verksamhetsutövaren som behandlar bottenaskan eller av en tredje part som vill förmedla eller använda bottenaskan. Obundna material som omfattas av sådant tillstånd kan användas fritt i konstruktioner utan hänsyn till avfallslagstiftningen. Det krävs heller inget anmälningsförfarande utan det räcker med att användningen dokumenteras internt. Bundna material kan hanteras på samma sätt förutsatt att det specifika blandningsrecept som godkänts i tillståndet efterlevs.

#### 4.1.3 Kommande regelverk

I Flandern har det sedan år 2006 pågått arbete avseende en övergripande revidering av lagstiftningen för användning av avfall i konstruktioner. Bakgrunden till detta är att de gränsvärden som tillämpas i den nuvarande lagstiftningen inte är framtagna utifrån ett riskbaserat perspektiv samt att endast ett begränsat antal parametrar omfattas av gränsvärden och det därmed inte säkerställs att användningen av avfall inte bidrar till fara för människors hälsa och miljön. De nuvarande gränsvärdena för utlakning för koppar och krom kommer sannolikt att bli mindre restriktiva och ytterligare gränsvärden införs för utlakning av antimon, barium, fluor, molybden, vanadium, kobolt, selen, tenn, brom, klorid och sulfat. I och med den planerade förändringen harmoniseras lagstiftningen med den gällande EU-lagstiftningen och uppsättningen parametrar harmoniseras med den som tillämpas i Nederländerna (även om gränsvärdena skiljer sig åt i flertalet fall)<sup>12</sup>.

OVAM ansvarar för revideringen av lagstiftningen. OVAM tar hjälp av VITO (Flamländska institutet för tekniska studier) som utför teknisk modellering och riskbedömning. Närmast i tiden i arbetsprocessen är en workshop som hålls i mars 2015 med branschorganen som representerar avfallsproducenter och behandlingsverksamheter samt med berörda myndigheter. Syftet med workshopen är att förankra stödet för de kompletterande parametrar som kommer att ingå<sup>12</sup>.

#### 4.1.4 Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel

I Flandern finns inget regionalt mål för användning av avfall, men OVAM driver ett policyprogram ”Materiaalbewust bouwen in kringlopen” (materialmedvetet byggnad i



kretslopp) som utgör en ram för samarbete mellan offentliga aktörer och intressenter i byggbranschen i syfte att skapa en hållbar materialanvändning<sup>43</sup>.

Det är inte praktiskt möjligt att använda bottenaskor för konstruktion utan föregående behandling. För färsk bottenaska överskrider vanligtvis gränsvärdet för koppar och i vissa fall också bly och zink. Inte heller motsvarar partikelstorleksfördelningen de krav som ställs på byggnadsmaterial. I Flandern finns därför två behandlingsanläggningar för bottenaskor – en för våtsiktning med en kapacitet om 165 000 ton/år och en för torrsiktning med kapacitet för 250 000 ton/år. Den senare tar emot bottenaskor från Flandern, Vallonien och Bryssel.

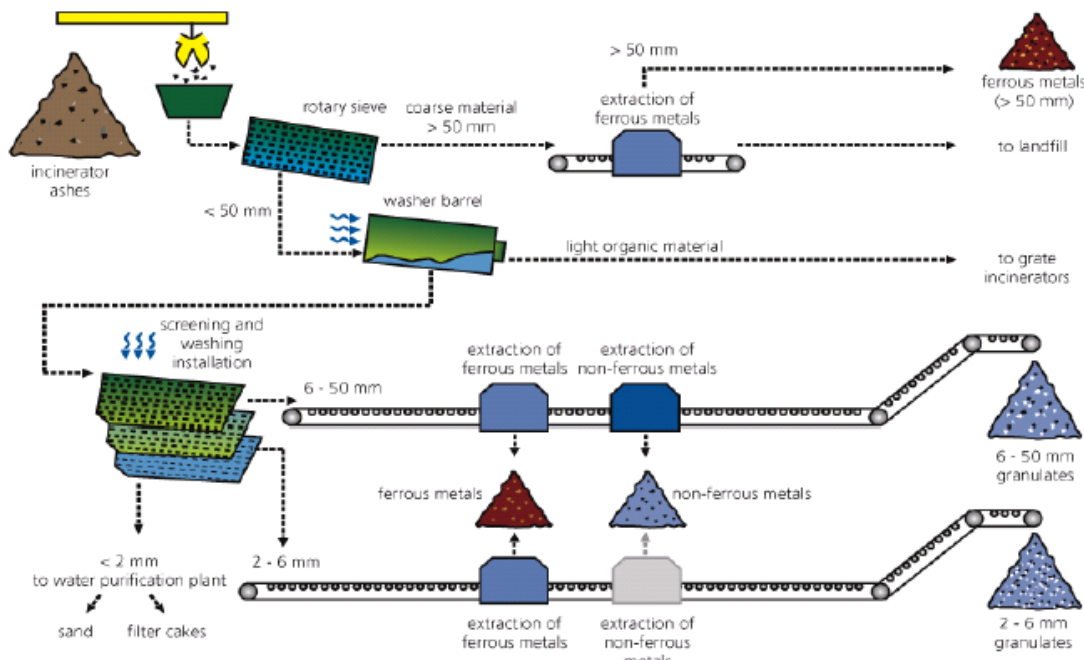
Anläggningen som behandlar bottenaskor genom våtsiktning separerar (se Figur 2)<sup>5</sup>

- metallfraktioner för återvinning
- ett finpartikulärt (0-0,1 mm) slam som deponeras
- en sandfraktion (0,1-2 mm) som kan användas som konstruktionsmaterial på avfallsanläggningar
- en granulär fraktion (2-6 mm) som kan användas för inblandning i betong
- en granulär fraktion (6-50 mm) som kan användas i konstruktioner

De granulära materialen måste lagras i tre månader innan användning.

Anläggningen som behandlar bottenaskor genom torrsiktning separerar en metallfraktion samt de granulära fraktionerna 0-10 mm, 10-22 mm, 22-40 mm och 40-80 mm.

Separering genom våtsiktning innebär ett antal fördelar såsom att den lätta organiska fraktionen enkelt kan separeras, lösta salter kan avskiljas och en hög separationseffektivitet<sup>6</sup>.



Figur 2. Separationsprocessen i anläggningen för våtsiktning av bottenaska<sup>5</sup>.

I Flandern uppkommer årligen cirka 260 000 ton bottenaska från avfallsförbränning (inklusive bottenaska som produceras utanför Flandern, men som behandlas i Flandern). Av detta behandlas cirka 110 000 ton i de två behandlingsanläggningarna. 56 000 ton behandlad bottenaska används sedan i konstruktioner (främst vägar) i Flandern och 54 000 ton används i konstruktioner utanför Flandern (främst Vallonien). Av den bottenaskan som inte behandlas

(cirka 150 000 ton) används cirka 30 000–50 000 ton i konstruktioner inom avfallsanläggningar och 100 000-120 000 ton deponeras<sup>13</sup>.

Anledningen till att en relativt stor andel av användningen sker i Vallonien beror bland annat på att gränsvärdet för koppar i Flandern varit begränsande (motsvarande värde i Vallonien är mindre restriktivt) och att våtsiktningens anläggningen inte funnits så länge. En viss andel av bottenaskorna har också exporterats till Nederländerna och Tyskland.

I Flandern finns ingen skatt för deponering av bottenaskor.

#### 4.1.5 Synpunkter och bedömningar

Luc Debaene vid OVAM ansvarar bland annat för arbetet med revideringen av den nuvarande lagstiftningen. Han menar att den nuvarande lagstiftningen inte innehåller gränsvärden för samtliga relevanta parametrar och därmed inte säkerställer att användningen av avfall inte bidrar till fara för människors hälsa och miljön. Han bedömer dock att den reviderade lagstiftningen kommer att lösa detta problem. För övrigt anser han att det regelverk som tillämpas i Flandern bedöms på ett likartat sätt över hela regionen.

Andres van Brecht vid Indaver (privat företag inom avfallshantering som är verksam i Belgien, Nederländerna, Tyskland samt Irland och bland annat driver den största avfallsförbränningsanläggningen i Flandern) förespråkar en tillämpning av realistiska men utmanande kriterier för användning av bottenaskor i konstruktioner. Det tycks bli utfallet i den kommande lagstiftningen vars utformning Indaver har varit med och påverkat genom att bland annat bidra med data.

## 4.2 Belgien - Vallonien

### 4.2.1 Bakgrund

År 1994 visade resultatet av ett forskningsprogram att andelen återvinning av avfall i Vallonien var låg. Detta berodde åtminstone delvis på att regionen har god tillgång till naturresurser. Som en del i arbetet att öka återvinningen av avfall uppfördes en pilotanläggning för behandling av bottenaskor. Ytterligare skäl för detta var också att undvika deponering samt utnyttja den ekonomiska potentialen i användning av avfall. Då en sådan anläggning förväntades ge upphov till bottenaskor som lämpar sig i konstruktioner uppkom också ett behov av lagstiftning som reglerar detta område. Ett arbete för att upprätta sådan lagstiftning påbörjades och år 1999 fastställde Gouvernement Wallon (den regionala regeringen i Vallonien) ett beslut som avser användning av alla typer av avfall i konstruktioner. Detta beslut kritiserades dock av EU-kommissionen då det innefattade underlag för omklassificering av avfall till produkt – ett förfarande som vid det laget inte var sanktionerat genom det EU-gemensamma regelverket. Med anledning av detta reviderades beslutet och en ny version publicerades år 2001<sup>18</sup> (senaste version från 2004)<sup>17</sup>.

### 4.2.2 Nuvarande regelverk

Lagstiftningen i Vallonien för användning av avfall i konstruktioner utgörs av regeringsbeslutet från år 2001 enligt ovan. Detta kompletteras av specifika vägledningsdokument för vägbyggnation respektive byggnader. Även bottenaska från avfallsförbränning omfattas av ett särskilt beslut. Lagstiftningen innebär att respektive verksamhetsutövare som vill behandla och använda avfall för konstruktionsändamål kan ansöka om tillstånd för detta hos Office Wallon des déchets (den regionala myndigheten som ansvarar för utveckling av lagstiftning och vägledning avseende avfallshantering i Vallonien). Ett sådant tillstånd är giltigt i 5 år och därmed kan avfallet användas i konstruktioner, oavsett lokalisering, under förutsättning att de

generella gränsvärdena för utlakning av föroreningar uppfylls, se bilaga 2. Det är också ett krav att användning av avfall dokumenteras<sup>17</sup>.

#### 4.2.3 Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel

I Vallonien finns fyra avfallsförbränningsanläggningar. Bottenaskan från dessa behandlas sedan i två anläggningar (varav en finns i Vallonien). Där sker sortering samt lagring i 12 veckor. Av den bottenaska från avfallsförbränning som genereras i Vallonien används cirka 97 % i konstruktioner, huvudsakligen i vägbyggnationer<sup>17</sup>.

#### 4.2.4 Synpunkter och bedömningar

Alain Ghodsi vid Office Wallon des déchets menar att det regelverk som tillämpas i Vallonien med avseende på användning av bottenaskor i konstruktioner fungerar väl och bidrar till en hög andel återanvändning.

### 4.3 Belgien - Bryssel

#### 4.3.1 Bakgrund

I Bryssel finns inte för närvarande något regelverk avseende användning av avfall i konstruktioner och det har heller inte funnits någon sådan.

#### 4.3.2 Nuvarande regelverk

I Bryssel innefattar lagstiftningen avseende skydd av mark generellt de förutsättningar som gäller vid användning av avfall i konstruktioner. Det finns dock inget särskilt regelverk som avser användning av avfall i konstruktioner. Däremot finns det ändå möjlighet att genom en tillståndsprövning genomföra projekt med avfall i konstruktioner, men sådan användning bedöms utifrån varje enskilt fall baserat på riskbedömningar. Det finns tankar om att utveckla en i regionen och därmed införa kriterier för användning av krossad betong i konstruktioner. Någon motsvarande revidering för att även inkludera ett regelverk för användning av bottenaska från avfallsförbränning är dock inte planerad<sup>48</sup>.

#### 4.3.3 Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel

I Bryssel finns en avfallsförbränningsanläggning med en kapacitet om cirka 500 000 ton avfall per år. Anläggningen ägs av den regionala offentliga administrationen i Bryssel och bottenaskan från anläggningen transporteras till Flandern, Vallonien eller Tyskland för användning i konstruktioner enligt gällande lokal lagstiftning<sup>48</sup>.

#### 4.3.4 Synpunkter och bedömningar

Nicolas Scherrier vid Brussels Instituut voor Milieubeheer (den regionala miljömyndigheten i Bryssel, förkortat BIM) menar att de troliga förklaringarna till varför det inte finns något regelverk för användning av avfall i konstruktioner i regionen är att

- regionen är liten till ytan och att det därmed inte byggs så mycket vägar
- det historiskt funnits bättre infrastruktur för avfallshantering i Flandern och Vallonien

Han menar också att det hittills inte efterfrågats något regelverk för användning av bottenaska från avfallsförbränning i regionen.

## 4.4 Danmark

### 4.4.1 Bakgrund

I Danmark har andelen askor som återanvänts för konstruktionsändamål historiskt varit hög. Redan år 1974 började bottenaska från avfallsförbränning att användas för konstruktionsändamål, vanligen som bärlager under parkeringsplatser, vägar och cykelvägar. Skälen till detta vara att utnyttja en befintlig resurs och därmed minska brytningen av nya råvaror samt att reducera deponibehovet<sup>23</sup>.

År 1983 infördes en förordning<sup>32</sup> som reglerade användning av bottenaska och flygaska från förbränning av avfall och kol i konstruktioner i liten eller medelstor skala. Konstruktioner som omfattade mer än 30 000 ton askor och/eller där avfallskonstruktionens höjd översteg 5 meter reglerades istället genom tillståndsprovning<sup>23</sup>. Förordningen begränsade kvicksilver, kadmium och bly genom gränsvärden med avseende på totalinnehåll samt pH och alkalinitet. Den baserades dock inte på någon riskbedömning och omfattade ingen reglering avseende utlakning av föroreningar. Enligt förordningen skulle anmälan lämnas in till kommunen för alla projekt som omfattade mer än 100 ton bottenaska eller flygaska från förbränning av avfall eller kol. Då förordningen inte var särskilt restriktiv kunde avfall (inklusive bottenaskor från avfallsförbränning) användas i alla möjliga typer av konstruktioner – i alltifrån ridstigar till motorvägar – till och med 1990-talet<sup>46</sup>. Som ett komplement till förordningen utfärdade Vejdirektoratet år 1989 en uppsättning tekniska vägledningsdokument avseende användning av bottenaska från avfallsförbränning i bärlager<sup>23</sup>.

Miljøstyrelsen (danska miljömyndigheten) inledde år 1996 en process avseende framtagande av en förordning som reglerar användning av restprodukter och jord för bygg- och anläggningsarbeten. Bakgrunden till detta var framförallt ett ökat fokus på skydd av yt- och grundvatten, bättre kunskap om utlakningsförhållanden samt högre precision i analyser. I processen beaktades även det dåvarande nationella målet för återvinning av avfall (se nedan)<sup>22</sup>.

De befintliga gränsvärdena med avseende på totalinnehåll av kvicksilver, kadmium och bly kompletterades med ytterligare gränsvärden. Även gränsvärden med avseende på utlakning arbetades fram. Utformningen av utlakningskriterierna baserades på en modell som i huvudsak motsvarar den som senare användes för framtagande av deponeringsförordningen med utgångspunkt att skapa ett tillräckligt skydd för grundvatten 30 meter nedströms från konstruktionen. En viktig skillnad gentemot deponeringsförordningen är dock att förordningen som reglerar användning av restprodukter och jord endast beaktar utspäningseffekter och därmed inte absorption. Som indata i modellen användes värden motsvarande 90 % av bakgrundshalterna i mark för de parametrar som bedömdes relevanta<sup>22</sup>.

Arbetet med att ta fram gränsvärdena utfördes av Miljøstyrelsen, men i dialog med VKI (numera det danska institutet DHI) som stod för teknisk expertis. Under arbetsprocessens gång hölls också flera samrådsmöten med branschen. Förordningen implementerades sedan år 2000<sup>22</sup>.

I den nya förordningen infördes en indelning av avfall i olika kategorier som styrs av innehållet av metaller samt utlakningen av ett antal föroreningar. Därmed infördes också begränsningar i tillämpningsområden för sådana avfallsslag med högre föroreningsinnehåll medan de renaste avfallsflödena kan användas fritt. Förordningen om användning av restprodukter och jord för bygg- och anläggningsarbeten har reviderats vid ett par tillfällen och den senaste utgåvan är från 2012 och reglerar också användning av sorterat, oförorenat bygg- och anläggningsavfall.

#### 4.4.2 Nuvarande regelverk

Den gällande förordningen<sup>35</sup> tillämpas på bottenaskor från förbränning av hushållsavfall, botten- och flygaskor från kolförbränning, jordar samt sorterat och oförorenat byggavfall. Förordningen reglerar bland annat provtagning och analys av avfall, upprättande av avfallsdeklaration och förfarande för anmälan till kommunen. Krav på anmälan gäller för samtliga avfallsslag och tillämpningar, med undantag för sorterat, oförorenat bygg- och anläggningsavfall. En sådan anmälan ska lämnas in till kommunen senast fyra veckor innan arbetet påbörjas. Användning av avfall i konstruktioner ska alltid dokumenteras med undantag för användning av sorterat, oförorenat bygg- och anläggningsavfall.

I förordningen indelas avfall (med undantag för sorterat, oförorenat bygg- och anläggningsavfall) i tre olika kategorier utifrån dess föroreningsinnehåll samt utlakningsegenskaper, se bilaga 1 och 2. Askor och jordar som uppfyller kraven enligt kategori 1 kan användas utan särskild tillåtelse för en rad olika tillämpningar, till exempel i vägkonstruktioner, parkeringsplatser, ledningsgravar och under fundament. För användning av askor och jordar i kategori 2 och 3 finns reglerade begränsningar avseende användning. Kategori 2-avfall kan i stort användas i motsvarande tillämpningar som kategori 1-avfall, men avfallskonstruktionens höjd får inte överstiga specificerade mått och måste skyddas av en beläggning av till exempel asfalt eller betong, se bilaga 4, tabell A. För kategori 3-avfall regleras tillämpningen ytterligare genom krav på till exempel bortledning av överskottsvatten och täthetskrav med avseende på konstruktionen, se bilaga 4, tabell B.

I de fall en aska/jord inte uppfyller kraven ens för kategori 3 finns trots allt en möjlighet att använda avfallet i konstruktioner. I sådana fall ska en riskanalys upprättas och tillstånd sökas enligt miljöbetygelsesloven (miljöskyddslagen). Ett sådant förfarande tillämpas inte särskilt ofta med avseende på bottenaskor på avfallförbränning på grund av dess föroreningsinnehåll eftersom åtminstone gränsvärdena för kategori 3 normalt sett uppfylls. Däremot tillämpas förfarandet i många fall då byggherren vill använda sig av större mängder material (konstruktioner med tjockare lager av avfall) än vad som tillåts enligt förordningen. Förordningen ställer inga krav på övervaknings- eller provtagningsprogram efter att konstruktionen färdigställts<sup>39</sup>.

Vid användning av avfall i konstruktioner i Danmark är byggherren ytterst ansvarig i det fall det skulle uppkomma eventuella negativa konsekvenser med anledning av konstruktionen i framtiden. Naturligtvis är dock avfallsproducenten skyldig att leverera korrekta uppgifter avseende avfallet. Det finns inget krav på att ställa en ekonomisk säkerhet eller teckna någon form av miljöskadeförsäkring för att försäkra sig mot eventuella negativa konsekvenser av en konstruktion. År 2010 avgjordes ett rättsfall i Højesterets Dom (Högsta Domstolen) angående huruvida ett område där bottenaska från avfallförbränning använts i konstruktionsarbeten ska klassificeras som ett förorenat område och därmed omfattas av den nationella inventeringen av förorenade områden<sup>24</sup>. Domstolen fastställde att ett sådant område ska betraktas som ett förorenat område och beslutet har prejudicerande effekt. Det innebär att användning av bottenaska från avfallförbränning i konstruktioner sedan dess har lett till att platserna klassificerats som förorenade vilket också medför begränsningar avseende framtida användning och reducerade fastighetsvärden<sup>30,44</sup>.

Förordningen är mindre restriktiv än deponeringsförordningen (som är nyare) avseende några metaller. Å andra sidan tar förordningen inte hänsyn till absorptionseffekter vilket innebär att andra parametrar är mer strikta<sup>39</sup>.

Miljøstyrelsen arbetar för närvarande med revidering av förordningen. Den förändring som ligger närmast i tiden är införandet av ett gränsvärde för PCB avseende byggavfall. Denna förändring kommer att ske under året. Därefter är Miljøstyrelsens avsikt att så småningom föra



in asfalt i förordningen men istället ta bort regelverket avseende jord ur förordningen. Några förändringar som rör bottenaska från avfallsförbränning är för närvarande inte planerade<sup>19,20,25</sup>.

#### 4.4.3 Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel

Danmark har haft fastställda nationella mål för användning av restprodukter från avfallsförbränning åtminstone sedan 1998. Enligt den danska avfallsplanen för perioden 1998-2004 var målet att återanvända minst 70 % av restprodukter från avfallsförbränning (botten- och flygaska) år 2004<sup>0</sup>. I samma dokument uppgavs att 82 % av bottenaskor från avfallsförbränning användes i konstruktioner år 1997. I den nationella avfallsplanen för perioden 2005-2008 uppgavs att 87 % av bottenaskor från avfallsförbränning återanvändes och inriktningen var att den framtida återanvändningen fortsatt skulle ske med största möjliga hänsyn till grundvattenresurser samt att förordningen för användning av restprodukter och jord skulle kompletteras med gränsvärden för organiska ämnen<sup>34</sup>. I den nationella avfallsplanen avseende år 2009-2012 liksom i den senaste motsvarigheten som publicerades 2013<sup>11</sup> tycks det inte finnas något specifikt mål för återanvändning av restprodukter från avfallsförbränning, men detta kan bero på att all bottenaska (cirka 600 000 ton) numera används för konstruktionsändamål. Huvuddelen av detta utgör kategori 3-avfall och merparten används i vägkonstruktioner. Vanligtvis räcker det med att sortera ut metaller och sedan lagra bottenaskorna en tid och därmed låta dem åldras så uppfylls samtliga gränsvärden.

Offentliga aktörer har generellt en positiv inställning till användning av avfall i konstruktioner såsom vägar och inkluderar vanligen avfall som möjliga byggnadsmaterial i upphandlingsförfaranden.

För avfallsproducenten utgörs den ekonomiska vinsten med användning av bottenaska från avfallsförbränning framförallt av att kostnaden för deponering av askan undviks. Istället betalar avfallsproducenten cirka 60 – 100 DKK/ton för att en byggherre ska använda materialet i konstruktioner. Detta utgör dock endast cirka 10 % av kostnaden för deponering. För byggherren innebär användning av bottenaska – förutom ersättningen enligt ovan – även att kostnaden för naturgrus (30 – 60 DKK/ton) kan undvikas. Därmed kan byggherren spara cirka 100 -150 DKK/ton bottenaska som används. Å andra sidan innebär användning av bottenaska

- att leveransen avtalas över en längre period med ett fast pris som inte följer marknadsutvecklingen
- en viss risk då det utgör ett förorenat material
- att tillgången styrs av den takt som bottenaskan genereras, dvs för större projekt finns inte alltid omedelbar tillgång på material<sup>39</sup>

I Danmark tas det ut en skatt för deponering av bottenaskor á 475 DKK per ton<sup>49</sup>.

#### 4.4.4 Synpunkter och bedömningar

René Møller Rosendal vid Dansk Affaldsforening (intresseförening för kommunal avfallshantering som täcker 98 kommuner och 5,6 miljoner invånare) var inte personligen involverad i framtagandet av den nuvarande förordningen eftersom han inte hade den tjänsten då. Hans uppfattning är dock att

- processen fungerade bra
- lagstiftningen utformades utifrån konservativa riskbedömningar
- en stor del av underlaget togs fram av Ole Hjelmar vid VKI (numera DHI) som är mycket kompetent inom området
- Miljöstyrelsen involverade branschen på ett bra sätt

Ole Hjelmar vid Danish Waste Solutions ApS (ett litet nystartat kunskapsföretag som arbetar med forskning och utveckling inom bland annat vattenfrågor) arbetade vid VKI då arbetet med den nu gällande förordningen pågick. Han var teknisk expert i processen och rådfrågades löpande av Miljøstyrelsen. VKI hade sedan 1980-talet förespråkat en tillämpning av utlakningskriterier i en sådan förordning och påpekat att de krav som ställs bör motiveras med riskbedömningar. I arbetet med framtagandet av förordningen föreslog VKI en differentiering av gränsvärdena beroende på vilken plats avfallet skulle användas. På så sätt skulle områden med mindre känsligt grundvatten till exempel i närhet till havet kunna omfattas av mindre restriktiva krav. Detta diskuterades vid ett samrådsmöte och stöddes av branschen men kom inte med i den slutliga utformningen av förordningen. År 2012 utökades förordningen till att även omfatta användning av sorterat, oförorenat bygg- och anläggningsavfall. Ole menar att den utökningen blev relativt verkningslös då det är verksamhetsutövarna som ska avgöra om avfallet är förorenat eller ej. Flertalet bedömer att deras bygg- och anläggningsavfall är oförorenat och därmed kan de använda det utan begränsningar. Ole menar också att förordningen mycket sällan tillämpas på användning av jord, då de jordmassor som är förorenade och därmed skulle kunna omfattas av lagstiftningen normalt har ett organiskt innehåll och därmed undantas.

Kim Crillesen vid Vestforbraending (kommunalt avfalls- och energibolag som bland annat driver Danmarks största förbränningsanläggning) var delaktig i processen avseende framtagandet av den nuvarande förordningen och anser att arbetet genomfördes genom bra dialog med branschen. Företrädare för branschen blev tidigt inbjudna av Miljøstyrelsen att delta i arbetet och hade i viss mån också möjlighet att påverka den slutliga utformningen av förordningen. Branschens synpunkter ledde bland annat till att gränsvärdet för aluminium togs bort samt att gränsvärdet för en annan parameter ändrades i den slutliga versionen. Kim anser att den nuvarande lagstiftningen fungerar relativt bra och hans generella uppfattning är att detta också är den allmänna uppfattningen hos berörda aktörer både inom branschen och bland myndigheter. Det brukar heller inte vara något problem med de administrativa förfarandena – åtminstone inte i större anläggningsprojekt såsom vägbyggnationer. En del privata företag i anläggningssektorn ställer sig dock tveksamma till användning av bottenaskor i konstruktioner då det innebär att fastigheten måste registreras som ett förorenat område och kan kräva åtgärder i framtiden.

Jens Kallesøe vid AFATEK (företag som behandlar och återvinner bottenaska från avfallsförbränningsanläggningar i Østdanmark) menar att den nuvarande lagstiftningen utformades med hänsyn till att uppskattningsvis 95 % av bottenaskan användes i konstruktioner som bestod av endast små volymer. Därmed ansågs det viktigt att skapa ett regelverk som skulle underlätta användningen av sådana konstruktioner. Jens bedömning är att projekten där bottenaska används har blivit allt större över tiden och att flertalet numera omfattar minst 20 000 ton per konstruktion. Det innebär att cirka 50 % av projekten inte följer de volymbegränsningar/tillämpningsrestriktioner som anges i förordningen för kategori 2 och 3 och att projekten därmed kräver upprättande av riskbedömningar och anmälan till kommunen. Förordningen har därmed inte så stor funktion för dessa projekt. Jens menar att förordningen hade fått en annan inriktning om den tagits fram idag och rekommenderar att man i Sverige anpassar sitt regelverk för tillämpning på större projekt. Jens menar vidare att danska myndigheter generellt är relativt positiva till användning av avfall i konstruktioner och att det visst förekommer skillnader i de bedömningar som görs i anmälningsärenden, men att lagstiftningen ändå tillämpas relativt enhetligt.

Finn Rasmussen och Susanne Lindeneg vid Københavns kommune menar att den gällande förordningen inte utgör så mycket stöd för dem eftersom det endast genomförs något enstaka projekt per år inom kommunen där förordningen är tillämpbar. Då restprodukter används i konstruktioner sker det oftast i större vägbyggnationer, till exempel motorvägar, och sådana

byggs vanligtvis inte i kommunen. Exempelvis genomfördes under förra året endast ett projekt (en parkeringsplats) i kommunen där bottenaska från avfallsförbränning användes i en konstruktion. Av de få sådana projekt som genomförs utförs merparten på mark som redan har ett visst föroreningsinnehåll, till exempel gammal industrimark, och/eller så används avfall i tjockare lager än de tillämpningar som beskrivs i förordningen och då måste detta ändå prövas i det enskilda fallet. Finn arbetade vid Københavns kommune även på 1990-talet då förordningen arbetades fram. Han representerade kommunen i arbetsprocessen och framförde krav på att en anmälan skulle lämnas in till kommunen för alla projekt där bottenaska eller flygaska från förbränning av avfall eller kol användes i konstruktioner, det vill säga även de som omfattade mindre än 100 ton. Detta fick han gehör för. Han menar att Miljøstyrelsen, då förordningen infördes, hade för avsikt att successivt skärpa kraven för användning av restprodukter genom att på sikt endast tillåta användning av sådana restprodukter som uppfyller kategori 1 och 2. En sådan skärpning har dock inte genomförts. Finn och Susanne anser att förordningen i det stora hela fungerar bra och har inga särskilda synpunkter på dess innehåll, men att den endast tillämpas i ett fåtal fall.

## 4.5 Frankrike

### 4.5.1 Bakgrund

I Frankrike har andelen bottenaskor från avfallsförbränning som återanvänds i konstruktioner historiskt varit relativt hög. År 1994 gav Le ministre de l'Environnement (den franska miljömyndigheten) ut en vägledning avseende användning av bottenaska från avfallsförbränning i vägbyggnationer<sup>28</sup>. Vägledningen förmedlades sedan till de lokala myndigheterna och har beaktats vid prövning av anläggningar som behandlar bottenaskor. På så sätt har kraven i vägledningen i stor utsträckning blivit juridiskt bindande. Kraven ställdes på verksamhetsutövarna med avseende på de platser där bottenaskan skulle användas och/eller med avseende på själva anläggningen. I vägledningen angavs tre alternativa förfaranden för bottenaskan beroende på dess innehåll av obrännbara ämnen och lösliga ämnen samt dess utlakning av kvicksilver, bly, kadmium, arsenik, Cr (VI), sulfater och löst organisk substans. Bottenaskor som uppfyllde de mest restriktiva gränsvärdena kunde användas direkt i konstruktioner, de som hade lite högre föroreningsinnehåll/utlakning skulle lagras innan användning och de askor som trots lagring eller annan behandling inte uppfyllde gränsvärdena deponerades på en deponi för icke-farligt avfall<sup>9</sup>.

År 2005 påbörjades ett arbete att ta fram en vägledning som offentliga aktörer skulle kunna använda sig av vid upphandlingar av material för vägbyggnationer. Det övergripande målet med vägledningen var att förenkla administration och därmed stimulera till användning av alternativa material samt naturliga material som inte uppfyllde de dåvarande kraven.

Vägledningen skulle omfatta både tekniska och miljömässiga krav och därmed utgöra ett underlag för väl avvägda bedömningar. Likaså skulle vägledningen beskriva förfaranden i syfte att möjliggöra för användare att bedöma kvaliteten av olika föreslagna lösningar<sup>8</sup>. Gränsvärdena för utlakning och totalinnehåll i vägledningen baseras på samma principer som kriterierna för mottagning av avfall till deponi, men med hänsyn till de förutsättningar som råder vid vägbyggnation.

Den nya vägledningen publicerades år 2011 av Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (Myndigheten för ekologi, hållbar utveckling, transporter och bostäder) och ersatte därmed den tidigare vägledningen från 1994. Den nya reglerar inte bara användning av bottenaskor utan även andra alternativa material i vägbyggnationer<sup>9</sup>.

### 4.5.2 Nuvarande regelverk

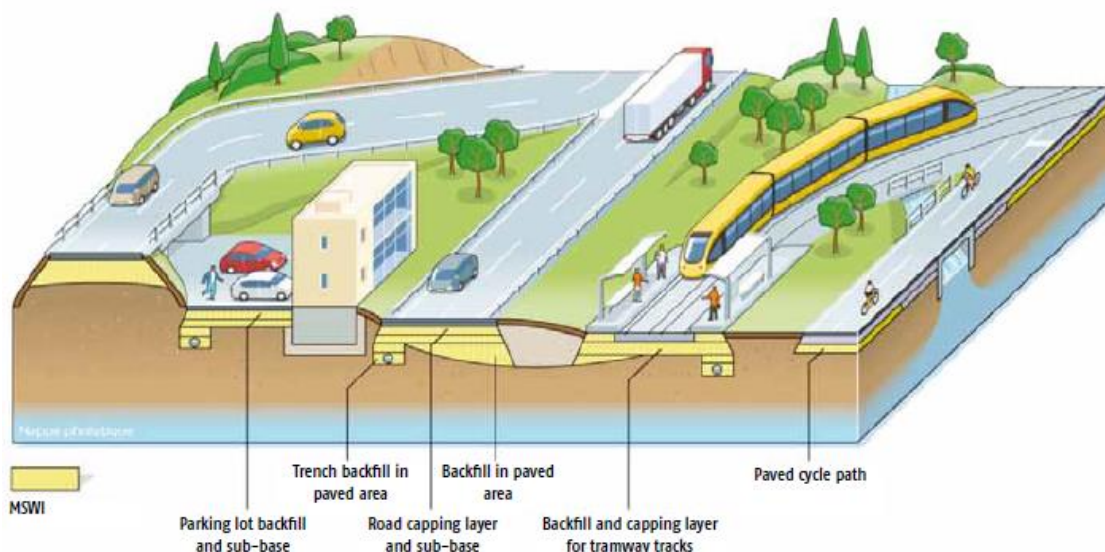
Den nuvarande vägledningen<sup>36</sup> beskriver bland annat hur alternativa material (avfall) som används i vägbyggnationer ska karakteriseras, hur avfallet ska kvalitetssäkras samt specificerar



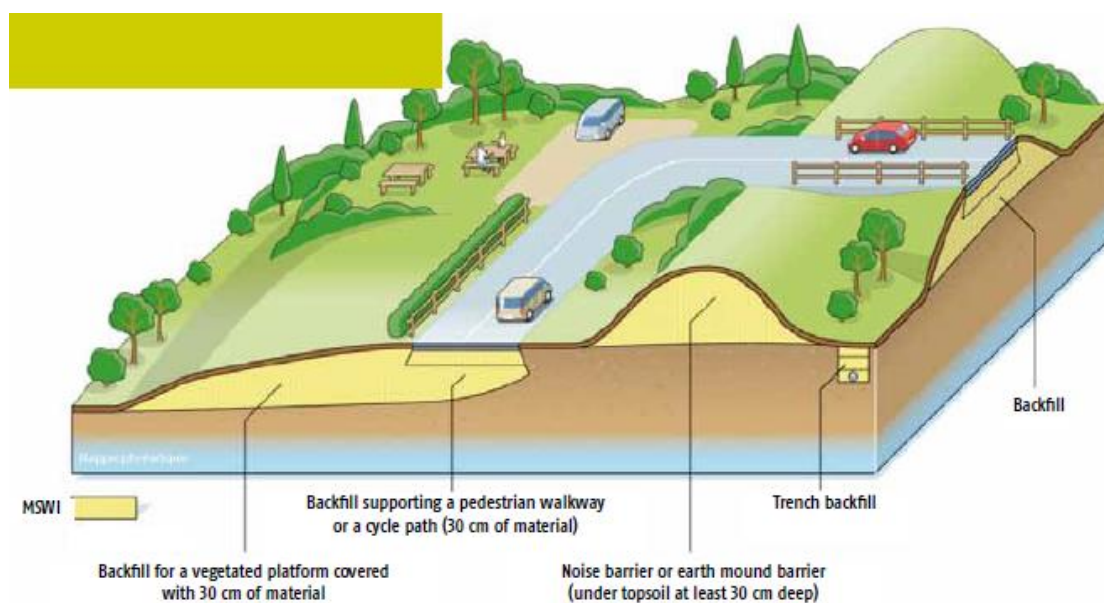
krav för en kategorisering i nivå 1 och nivå 2, se bilaga 1 och 2. Avfall som uppfyller kraven enligt nivå 1 kan användas utan särskilda begränsningar i vägbyggnationer<sup>37</sup>.

Avfall som inte uppfyller kraven enligt nivå 1 kan istället jämföras mot kraven enligt nivå 2 (dock inte sådant avfall som inte uppfyller utlakningskriterierna för nivå 1). Nivå 2 motsvaras av två tillämpningsområden med tillhörande specifika gränsvärden:

- Typ 1: Bärlager under tätskikt eller underliggande lager i vägrenen, se Figur 3
- Typ 2: Täckta konstruktioner, tex bullervallar, se Figur 4



Figur 3. Tillämpningsområde enligt typ 1 för avfall som uppfyller kraven enligt nivå 2<sup>1</sup>.



Figur 4. Tillämpningsområde enligt typ 1 för avfall som uppfyller kraven enligt nivå 2<sup>1</sup>.

En specifik handbok avseende bottenaskor ger sedan detaljerad vägledning för användningen i de två respektive tillämpningarna<sup>38</sup>. I handboken beskrivs också vilka krav som gäller för överensstämmelseprovning. Kraven i handboken har fått juridisk status genom ett myndighetsbeslut år 2011<sup>9</sup>. Kraven innebär bland annat att användning av bottenaska inte får ske

- mindre än 30 meter från sjöar och vattendrag
- i vattenskyddsområden
- i områden med särskilt känslig akvatisk miljö
- i nationalparker
- mindre än 50 cm över högsta vattennivå vid 50 –årsregn
- utan tillräcklig dränering

I det fall förfaranden och gränsvärden enligt nivå 2 inte uppfylls finns trots allt möjlighet att använda avfallet efter genomförande av en specifik studie samt prövning av denna. I övrigt ställs inga krav på tillstånd för användning av avfall i vägbyggnationer<sup>9</sup>.

Motsvarande typ av handbok finns också för användning av masugnsslagg. Ytterligare en handbok avseende användning av bygg- och rivningsavfall kommer att publiceras under i början av år 2015<sup>9</sup>.

Det finns ingen motsvarande vägledning för användning av avfall i andra tillämpningar (utöver vägbyggnationer), men ett sådant arbete har påbörjats under 2014.

Ansvaret för eventuella negativa effekter från bottenaskan vid användning i konstruktioner vilar på avfallsproducenten. Det är således ägarna av avfallsförbränningsanläggningarna (vanligen kommuner) som bär ansvaret för bottenaskan<sup>39</sup>.

#### 4.5.3 Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel

Återanvändningen av bottenaska från avfallsförbränning i Frankrike har sammanställts i ett par olika studier som genomfördes av AMORCE (Association au carrefour des collectivités territoriales et des professionnels) år 2011 respektive av Cerema år 2012<sup>39</sup>.

AMORCE:s studie baseras på 55 % av de totala mängderna genererade i Frankrike under ett år. Studien visade att

- 61 % av bottenaskorna återanvändes
- 27 % deponerades på grund av att det saknades möjligt alternativ för användning
- 12 % deponerades på grund av att kvaliteten inte uppfyllde kraven i regelverket

Användningen av bottenaskor skedde i följande tillämpningar:

- 73% som bärlager i vägbyggnationer
- 6% som konstruktionsmaterial i industriområden
- 21% som konstruktionsmaterial på avfallsanläggningar

Ceremas studie baseras på 61% av de totala mängderna genererade i Frankrike under ett år. Studien visade att

- 74% användes i vägbyggnationer
- 7% lagrades i avvaktan på en möjlig tillämpning för återanvändning
- 18% deponerades

I Frankrike finns inget nationellt mål som ska stimulera till användning av avfall, men den nationella myndigheten arbetar med att ta fram ett informationsmaterial som beskriver användning av bottenaska i konstruktioner (det är dock inte färdigställt ännu)<sup>39</sup>.

I Frankrike tillämpas en deponiskatt med avseende på bottenaska från avfallsförbränning. Den är utformad på så sätt att sådan bottenaska som uppfyller de krav som ställs för att kunna återanvändas men som ändå inte används beskattas med € 20 per ton, medan bottenaska som inte uppfyller kraven undantas från beskattning. Vanligtvis behöver producenten av bottenaska betala byggherren/entreprenören för att ta omhand och återanvända bottenaskan. Exempelvis betalar Savoie Déchets € 8 per ton för detta<sup>39</sup>.

Utan det kostnadsincitament som deponering utgör skulle inte användning av bottenaskor vara konkurrensmässigt i jämförelse med naturliga material. Dock kan prisbilden variera en del över landet bland annat beroende på i vilken utsträckning det finns naturliga material tillgängliga<sup>39</sup>.

För att använda bottenaska från avfallsförbränning i konstruktioner krävs normalt utsortering av magnetiskt material, utsortering av icke-magnetiska metaller (koppars, aluminium, zink etc), siktning samt lagring genom exponering i luft<sup>39</sup>.

Som en följd av att den nya vägledningen från år 2011 innebär skärpta gränsvärden för användning av bottenaska från avfallsförbränning i konstruktioner samt att en ekonomisk nedgång i landet resulterat i färre byggprojekt har det de senaste åren blivit svårare att återanvända bottenaskor. Ett antal kommuner i sydöstra Frankrike har bildat samarbetsforumet Alpine Arc Cooperation for Sustainable Waste management (CSA3D) som omfattar 15 kommuner med totalt 2,5 miljoner invånare. En av de gemensamma utmaningarna inom sammanslutningen är återanvändning av bottenaska från avfallsförbränning. CSA3D har initierat ett forsknings- och utvecklingsprojekt som syftar till att smälta bottenaskan och erhålla en inert produkt som enkelt kan återanvändas. Processen kräver mycket energi och avsikten är att energin genereras genom förgasning av träavfall och plast. Upphandling pågår för närvarande (våren 2015) av en prototyp avsedd för förgasning av 2 000 ton bottenaska per år<sup>2</sup>.

#### 4.5.4 Synpunkter och bedömningar

Laurent Chateau vid Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (den franska miljö- och energimyndigheten, förkortat ADEME) var en av de två personer från ADEME som ansvarade för framtagandet av den gällande vägledningen i samarbete med Ministère de l'Ecologie, du développement durable, des transports et du Logement (Myndigheten för ekologi, hållbar utveckling, transporter och bostäder). Laurent menar att de nu gällande gränsvärdena är avsevärt mer strikta än de tidigare från år 1994. Det har dock inte påverkat graden av återanvändning av bottenaska från avfallsförbränning i någon större utsträckning. Det har däremot framkommit en viss skepsis till återanvändning av bottenaska till följd av skärpningen av gränsvärdena.

Raphaëlle Musy vid Savoie Déchets (gemensam förening bestående av 12 kommuner med totalt 350 000 invånare i Rhône-Alpes-regionen som hanterar och behandlar hushålls- och verksamhetsavfall bland annat i sin avfallsförbränningsanläggning) anser att den gällande vägledningen från 2011 utgör ett bättre ramverk för återanvändning av bottenaskor jämfört med tidigare vägledning inom området. Vägledningen innebär ett tydligare skydd för människors hälsa och miljön men också att möjligheterna till återanvändning har reducerats då det numera endast är möjligt att använda bottenaskor i vägbyggnationer samt att gränsvärdena har skärpts. Savoie Déchets var inte själva involverade i framtagandet av den gällande vägledningen. Raphaëlle bedömer att det nuvarande regelverket i vissa fall tillämpas olika över landet avseende vad som betraktas som vägbyggnation respektive återfyllnad. Raphaëlle menar

också att den gällande vägledningen begränsar användning av bottenaskor enbart till vägbyggnationer och skulle gärna se att andra möjliga konstruktionsarbeten studeras för att skapa fler alternativ för återanvändning. Raphaëlle menar också att sådan bottenaska som uppfyller de krav som ställs men för vilken det inte finns avsättning i konstruktionsarbeten straffas med en alltför hög kostnad då det både tas ut en deponiavgift samt en deponiskatt på detta material. Savoie Déchets genererar 20 000 ton bottenaska årligen. Kostnaden för hanteringen av denna är € 8 per ton om den används i konstruktioner, medan kostnaden för deponering av den uppgår till € 70. Därmed kan den årliga kostnaden för hantering av bottenaska inom Savoie Déchets variera mellan € 300 000 och € 1 400 000 beroende på om bottenaskan återanvänds eller inte. Savoie Déchets har varit delaktiga i framtagandet av en informationsbroschyr avseende användning av bottenaska från avfallsförbränning i konstruktioner riktad till bland annat byggherrar<sup>1</sup>.

## 4.6 Nederländerna

### 4.6.1 Bakgrund

Nederländerna har sedan lång tid tillbaka i stor utsträckning återanvänt bottenaska från avfallsförbränning (samt även andra typer av avfall) för konstruktionsändamål.

År 1999 infördes Building Materials Decree (Byggnadsmaterialförordningen) - ett gemensamt regelverk för alla material som används i byggnationer utomhus oavsett om det handlar om produkter, jord eller återvunnet material. Att tillämpa en gemensam lagstiftning för både användning av produkter och avfall i konstruktioner, var då (och är fortfarande) relativt unikt. Syftet med Building Quality Decree var att stimulera återanvändning av restprodukter samt skydda mark, yt- och grundvatten. Viktiga bakgrundsfaktorer som också beaktades i utvecklingsarbetet var bristen på naturresurser och utrymmen för deponering i landet. De bakomliggande principerna för Building Materials Decree var att tillskottet av respektive förorening från konstruktionen till den omgivande marken inte fick vara mer än 1 % över en 100-årsperiod. Motsvarande principer kom också att gälla för lagstiftningen avseende deponering av avfall i samband med detta<sup>56,58</sup>.

En utvärdering av Building Materials Decree år 2002-2003 visade att lagstiftningen begränsade möjligheterna för återanvändning, särskilt av jord och sediment. Några viktiga faktorer som uppmärksammades var<sup>56</sup>:

- höga kostnader för administrativa förfaranden
- otydlig tillämpning
- opraktiska förfaranden för hantering och provtagning
- begränsningar för lokala anpassade lösningar
- juridisk inkonsekvens
- otydligt samband mellan de krav som ställdes och konstruktionernas miljörisker

Tillämpningen av Building Materials Decree uppfattades också av branschen som relativt krävande med avseende på administrativa förfaranden då den gav utrymme för specialtillämpningar för olika materialslag och även särskilda tillämpningar beroende av vilka materialhöjder som användes i konstruktioner<sup>58</sup>.

Som en följd av utvärderingen togs sedan ett beslut om att revidera lagstiftningen. Viktiga mål för arbetet var följande<sup>56</sup>:

- bidra till en hållbar återanvändning av byggnadsmaterial, jord och sediment i syfte att begränsa användning av jungfruliga råvaror
- utöka skyddet av marken

- förbättra miljöskyddet i allmänhet
- skapa lägre administrativa kostnader
- förbättra kunskapen och kvalitetssäkra förfarandet hos utförare, laboratorier etc
- förenkla lagstiftningen

Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving fick i ansvar att ta fram en ny förordning - Besluit bodemkwaliteit (Soil Quality Decree)<sup>42</sup> - som skulle ersätta Building Materials Decree. Myndigheten tog hjälp av RIVM (nationella institutet för hälsa och miljö som också har myndighetsstatus) för att upprätta avgränsningar och randvillkor med avseende på skydd av mark och grundvatten. ECN (Nederländernas energiforskningsinstitut) fick sedan i uppdrag att upprätta en teknisk modell som kan användas för beräkningar av gränsvärden utifrån de randvillkor som fastställts enligt ovan. Modellen utformades för tre olika beräkningsscenarioer<sup>58</sup>:

- Material som ska kunna användas utan försiktighetsåtgärder
- Monolitiska material (material som håller ihop i ett stycke då det utsätts för belastning) som endast får användas under förutsättning att försiktighetsåtgärder vidtas
- Granulära material (partikulära material) som endast får användas under förutsättning att försiktighetsåtgärder vidtas

Från modellen beräknades sedan gränsvärden med avseende på både innehåll och utlakning från materialet för de respektive scenarierna och med avseende på de olika parametrar som studerades. Konsekvensanalyser med avseende på miljö och ekonomi upprättades. En omfattande dialog fördes sedan med berörda aktörer enligt följande<sup>56,58</sup>:

- Tekniska institut (RIVM, Deltares, ECN etc)
- Regionala myndigheter, kommuner, vattenmyndigheter
- Branschorganisationer
- Privata företag
- Certifieringsorgan
- Laboratorier

Vissa av gränsvärdena visade sig kunna förhindra användning av vissa materialslag som tidigare hade kunnat användas. Diskussionerna ledde i några fall till att det slutliga gränsvärdet fastställdes till att vara något mindre strikt jämfört med utfallet av beräkningsmodellen. Detta gällde till exempel klorider och koppar som annars skulle ha försvårat användningen av bottenaska från avfallsförbränning avsevärt<sup>55</sup>.

Besluit bodemkwaliteit har tagits fram utifrån en tydlig inriktning att skapa en hållbar markanvändning. Målet var att uppnå balans mellan en hälsosam levnadsmiljö och en användning av mark för många olika syften såsom bostäder, arbete, fritid och odling. Förordningen implementerades år 2008 och därmed kom samma krav att gälla för samtliga material – oavsett om det är produkter eller avfall – som används i byggnadskonstruktioner utomhus<sup>56</sup>.

#### 4.6.2 Nuvarande regelverk

Den nu gällande Besluit bodemkwaliteit reglerar både användning av byggnadsmaterial och jordar. Den 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 Water, Verkeer en Leefomgeving har också publicerat Regeling bodemkwaliteit<sup>44</sup> (Soil Quality Regulation) som kompletterar förordningen och beskriver kraven mer i detalj. I Regeling bodemkwaliteit indelas avfall i tre olika kategorier utifrån dess utlakningsegenskaper – monolitiska material, granulära material



utan försiktighetsåtgärder respektive granulära material med försiktighetsåtgärder (så kallade IBC-material), se bilaga 1 och 2. Däremot tillämpas samma gränsvärden med avseende på samtliga kategorier avseende innehåll av föroreningar. 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 av en rådgivningskommitté. 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 avdelning för miljökontroll inom Rijkswaterstaat Environment<sup>55,56</sup>.

#### 4.6.3 Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel

I Nederländerna finns inget specifikt nationellt mål som rör användning av avfall. Generellt styrs dock avfallshanteringen utifrån avfallshierarkin i EU:s ramdirektiv för avfall. På så sätt är deponering av avfall endast tillåtet i de fall avfall varken kan material- eller energiåtervinnas. Den framtida utmaningen är att uppnå en cirkulär ekonomi. För närvarande går cirka 10 miljoner ton avfall till förbränning eller deponering varje år. Målet är att reducera detta till 5 miljoner ton inom de närmaste 10 åren<sup>56</sup>.

Den nederländska regeringen tillsammans med regionala och lokala myndigheter stimulerar användning av hållbara produkter bland annat genom att använda 10 miljoner ton förbränningsaskor som byggnadsmaterial i statligt ägda anläggningsarbeten<sup>56</sup>.

I Nederländerna används idag 100 % av den totala mängden bottenaskor från avfallsförbränning (1 500 000 ton) i konstruktionsändamål. Närmast uteslutande utgör bottenaskorna IBC-material. Vanligen är det tillräckligt att sortera ut metaller och sedan lagra bottenaskorna en tid och därmed låta dem åldras så uppfylls gränsvärdena för IBC-material<sup>3</sup>.

Användningen av bottenaskor från avfallsförbränning sker vanligtvis i större vägbyggnationer – ofta i motorvägar - eftersom de infiltrationsskydd som krävs innebär relativt stora investeringar som endast blir möjliga vid användning av större volymer. I Nederländerna har Rijkswaterstaat Environment ansvar för byggnation av motorvägar och riksvägar. De gör därmed upphandlingar av byggnadsmaterial till sina projekt och olika typer av avfall accepteras för detta. Det är till och med så att användning av avfall ofta ger högre poäng vid utvärdering av anbud då det innebär att användning av naturliga resurser kan minimeras. Uppskattningsvis används cirka 70 % av den årliga mängden bottenaskor från avfallsförbränning till motorvägsbyggen som Rijkswaterstaat Environment ansvarar för. Merparten av de resterande mängderna används av regionala och kommunala offentliga aktörer. De enda projekt där bottenaskor från avfallsförbränning använts av privata aktörer är i samband med uppförandet av ett antal logistikcenter<sup>3</sup>. Deponering av bottenaska från avfallsförbränning är förbjudet i Nederländerna<sup>55</sup>.

I syfte att minska utlakningen av föroreningar från konstruktioner av bottenaskor har de nationella myndigheterna och branschen år 2012 ingått en överenskommelse – ”Making the Useful Application of Waste Power Plant Bottom Ash More Sustainable” (även benämnd ”the Green Deal”) - som innebär att 50 % av bottenaskor från avfallsförbränning senast år 2017 ska uppfylla de gränsvärdena för utlakning som innebär att byggnadsmaterialet kan användas utan försiktighetsåtgärder och att 100 % av bottenaskorna ska uppfylla samma gränsvärden år 2020. Detta innebär att det kommer att ställas högre krav på behandling av bottenaskorna, till exempel i form av tvättning, alternativt inblandning i betong. I det fall överenskommelsen inte

uppnås kan den nuvarande lagstiftningen eventuellt komma att skärpas på så sätt att bottenaskor från avfallsförbränning endast får användas förutsatt att de mer strikta gränsvärdena uppfylls<sup>55,56</sup>.

#### 4.6.4 Synpunkter och bedömningar

Paul de Wilde vid Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (nationell myndighet som ansvarar både för lagstiftning och handläggning) menar att den nuvarande lagstiftningen skapar en bra balans mellan återanvändning av avfall och skydd av marken. Han anser inte att det för närvarande finns behov av att utveckla lagstiftningen, men att tillämpningen av lagstiftningen skulle kunna förbättras.

Joost de Wijs vid Vereniging Afvalbedrijven (Nederländska föreningen för avfallshantering som representerar 50 medlemmar och därmed täcker cirka 2/3-delar av avfallshanteringen i Nederländerna) anser generellt att lagstiftningen fungerar bra och också bidrar till att all bottenaska som genereras vid avfallsförbränning kan användas i konstruktioner. Föreningen var högst delaktig i arbetet med revideringen av lagstiftningen som utmynnade i den nya förordningen år 2008. Bland annat fick föreningen möjlighet att lämna synpunkter på de nya gränsvärdena. Föreningen har också varit delaktiga i framtagandet av det nationella målet, men anser att tidplanen för förändringarna är alltför snäv och att de totala miljökonsekvenserna av målet är alltför dåligt utredda, till exempel med avseende på energibehovet för tvättning av bottenaskorna. Joost bedömning är att användningen av bottenaska från avfallsförbränning även fortsättningsvis kommer att vara 100 % av den anledningen att det är förbjudet att deponera bottenaska i Nederländerna. Målet för 2017, det vill säga att 50 % av bottenaskan ska uppfylla den striktare uppsättningen gränsvärden, är endast en överenskommelse. Målet för 2020 kan däremot komma att bli juridiskt bindande. Joost menar att flera olika alternativa lösningar tillsammans kan bidra till att målet uppfylls. Det handlar främst om tvättning av bottenaskan, immobilisering av föroreningar genom inblandning av cement och användning i betongprodukter.

Jan-Peter Born vid HVC (energi- och avfallsbolag som bland annat driver två avfallsförbränningsanläggningar i Nederländerna) anser att den nuvarande lagstiftningen är tydlig och fungerar väl. Den ger inte så mycket tolkningsutrymme utan tillämpas därmed relativt konsekvent. En viktig faktor som påverkar nivåerna för återanvändning av bottenaskor från avfallsförbränning är också att en dominerande andel av de mängder som genereras används av en statlig aktör.

André van Zomeren vid ECN (Nederländernas energiforskningsinstitut) anser att den nuvarande lagstiftningen fungerar relativt väl. En viktig utgångspunkt för att underlätta användning av avfall i konstruktioner är att det finns gemensam och tydlig lagstiftning att förhålla sig till och som är enkel att sätta sig in i. Andrés bedömning är att det är positivt att produkter och avfall bedöms likartat eftersom det inte är väsentligt för den omgivande marken vilket ursprung byggnadsmaterialet har utan det viktiga är vilken påverkan det har på omgivningen.

## 4.7 Tyskland

### 4.7.1 Bakgrund

Fram till början av 1990-talet fanns ingen särskild reglering avseende produktion, behandling och användning av bottenaskor från avfallsförbränning (inte heller för annat avfall). För varje enskilt projekt då avfall skulle användas i en konstruktion krävdes att en tillståndsansökan lämnades in till den lokala myndigheten (kommunen). Kommunerna ställde sedan krav utifrån den enda tillämpbara lagstiftningen inom området, det vill säga utifrån det generella regelverket för skydd av mark, för skydd av vatten respektive för avfallshantering. Eftersom

det inte fanns så mycket vägledning att tillgå varierade kraven stort mellan olika kommuner. För att skapa bättre underbyggda krav och större enhetlighet efterfrågade både kommuner och avfallsproducenter en vägledning för användning av avfall i konstruktioner<sup>15</sup>.

I syfte att skapa en sådan vägledning bildades en arbetsgrupp bestående av experter inom mark- och grundvattenfrågor från samtliga 16 tyska delstater (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall). Under cirka 3 års tid arbetade de sedan fram två vägledningsdokument (LAGA 19 och 20)<sup>31,32</sup>, som publicerades år 1994. LAGA 19 ställer specifika krav avseende användning av bottenaska från avfallsförbränning i konstruktioner medan LAGA 20 avser användning av 10 olika avfallstyper i konstruktioner. Delar av de krav som ställs i LAGA 19 upprepas också i LAGA 20 där bottenaskan regleras i likhet med de övriga avfallstyperna. LAGA 19 har inte reviderats sedan den infördes medan den senaste versionen av LAGA 20 kom ut år 2003. De ändringar som då genomfördes avsåg dock endast den generella delen vilket innebär att de tekniska reglerna fortfarande är oförändrade. Vägledningen har ingen juridisk status, men många av delstaterna har under de år som följde efter publiceringen antagit vägledningens regelverk genom egna beslut. På så sätt har vägledningen implementerats till bindande krav i dessa delstater. Några delstater har dock istället valt att anpassa utformningen av vägledningen då de fastställt sina krav. Detta gäller till exempel delstaten Nordrhein-Westfalen som är den största tyska delstaten med 18 miljoner invånare<sup>15, 27, 50</sup>.

#### 4.7.2 Nuvarande regelverk

De gällande vägledningarna (LAGA 19 och 20) omfattar en allmän del, tekniska regler för olika avfallsslag samt beskrivning av provhantering och analysförfarande för de respektive avfallsslagen. Vägledningarna ställer också krav på kvalitetssäkring av avfallet och konstruktionsförfarandet samt på dokumentation av användningen. I LAGA 19/20 anges de respektive gränsvärden för utlakning som gäller för användning av 10 olika typer av avfall i konstruktioner, varav bottenaska från avfallsförbränning är en av dem (se bilaga 1 och 2) samt redovisas även alternativa tillämpningsområden. Tre tillämpningsområden är möjliga:

- Exponerade konstruktioner (avfall används utan täckning av annat material)
- Delvis exponerade konstruktioner (avfall täcks av ett tätt material, men kan exponeras för nederbörd i gränzoner)
- Slutna konstruktioner (avfall används under heltäckande tätskikt)

Bottenaskor från avfallsförbränning kan dock endast användas i delvis exponerade och slutna konstruktioner till följd av sitt föroreningsinnehåll. Regelverket varierar dock i några av delstaterna både med avseende på i vilka tillämpningar som avfall får användas respektive vilka gränsvärden och försiktighetsåtgärder som gäller<sup>15</sup>.

För att avfall ska få användas i konstruktioner måste de specifika gränsvärdena för respektive avfallsslag uppfyllas. Innan användning ska också en anmälan lämnas in till kommunen. I anmälan ska det planerade projektet beskrivas samt redovisas att kraven i förordningen uppfylls. Handläggningstiden är normalt ett antal veckor men kan också bli längre. Myndigheten granskar att användningen överensstämmer med tillämpliga regelverk för skydd av grundvatten och mark, men ställer oftast inte ytterligare krav, utan tar endast ställning till om användningen kan tillåtas eller ej. I vissa delstater krävs istället ett tillståndsförfarande. Om något gränsvärde överskrids får avfallet inte användas i konstruktioner i samhället utan måste istället användas inom en avfallsanläggning alternativt deponeras<sup>15, 50</sup>.

Enligt det gällande regelverket har producenten och innehavaren av bottenaskan ansvar för den utifrån sina förutsättningar. Vanligen köper avfallsproducenten (avfallsförbränningsanläggningen) en behandling av bottenaskan av något av de företag som behandlar bottenaska. Därmed övergår innehavet till behandlingsföretaget. En viktig faktor i regelverket är dock att



om behandlingsföretaget tar emot bottenaska från mer än en avfallsförbränningsanläggning och bottenaskorna blandas så betraktas företaget som ny avfallsproducent och de levererande avfallsförbränningsanläggningarna har därmed helt fråntagits sitt ansvar. När sedan behandlingsföretaget överläter den färdigbehandlade bottenaskan till ett anläggningsföretag så betraktas det som den nya innehavaren. Anläggningsföretaget ansvarar sedan för att anmäla/söka tillstånd för användning av avfall i en konstruktion. Om det i ett senare skede skulle uppkomma eventuella negativa effekter på omgivningen så ställs innehavaren (anläggningsföretaget) och producenten (kan vara behandlingsföretaget eller avfallsförbränningsanläggningen beroende på vilken av de alternativa situationerna enligt ovan som råder) som ansvarige utifrån sina respektive roller. I Tyskland finns inget krav på upprättande av ekonomisk säkerhet vid användning av avfall i konstruktioner och inte heller finns något system med försäkringslösningar för att gardera sig mot eventuella negativa effekter. Det finns dock ett behandlingsföretag (Hamburger Schlakkekontor) som åtar sig att ta tillbaka den bottenaska som de levererat om anläggningsföretaget inom 25 år av någon anledning vill göra sig av med bottenaskan (till exempel om konstruktionen ska rivas). Deras affärsidé utgår från att de är beredda att behandla bottenaskan på nytt inför en återanvändning<sup>50</sup>.

#### 4.7.3 Kommande regelverk

I samband med de mindre ändringarna av vägledningen år 2003 konstaterades att den är inaktuell i de delar som omfattar de tekniska reglerna. Kort därefter påbörjade därför Länderarbeitsgemeinschaft Abfall ett omfattande revideringsarbete. Efter något år konstaterade de att arbetet innebar en alltför stor utmaning delvis på grund av alla de krav som ställdes från olika berörda aktörer. I samband med detta fastställde Högsta Domstolen i Tyskland att de långtgående krav som ställdes utifrån vägledningen i ett specifikt fall inte var motiverade då vägledningen inte har juridisk status och inte heller har nationell eller politisk förankring. Med anledning av

- Högsta Domstolens beslut
- att vägledningen då var cirka 10 år gammal och inte harmoniserad med nyare lagstiftning avseende skydd av mark och grundvatten
- att olika delstater tillämpade olika regelverk inom området (vilket gör det särskilt svårhanterligt för verksamheter som är verksamma i flera delstater)

inledde Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (den federala myndigheten för miljö, naturvård, byggnation och kärnkraftssäkerhet) arbetet med framtagandet av en nationell förordning för användning av avfall i konstruktioner. Avsikten med den nya förordningen är att fastställa gränsvärden för alla typer av restprodukter som används som byggnadsmaterial inklusive jordar samt att reglera kontrollförfarandet<sup>15,27</sup>.

Inledningsvis genomfördes ett mycket omfattande arbete under cirka 2-3 års tid för att fastställa vilka parametrar som är relevanta att övervaka för respektive avfallsslag samt vilka gränsvärden som bör gälla. Underlag för detta togs fram genom fältförsök och utgångspunkten var att lakvätska från avfallet ska hålla dricksvattenkvalitet vid en situation där grundvattenytan återfinns 50 cm under avfallet. Ett första utkast till förordning redovisades år 2007. Därefter har ett andra arbetsutkast redovisats år 2012. I mars 2015 kommer Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit att samla representanter för delstaterna samt branschorganen för att tillsammans göra uppskattningar av vilken effekt den nya förordningen får med avseende på användningen av de olika avfallsslagen i konstruktioner, det vill säga vilka avfallsströmmar som kan förväntas framöver. Därefter förväntas ytterligare ett arbetsutkast vara färdigställt i april 2015. Om arbetsprocessen löper på kan förordningen eventuellt antas under 2016, men mer troligt under 2017<sup>15,50</sup>.

I arbetet med framtagandet av förordningen deltar förutom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit även representanter för delstaterna samt för andra federala instanser liksom 10 branschorgan som representerar de respektive avfallstyperna, såsom ITAD och IGAM (se nedan). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit har tagit hjälp av Universität Tübingen, representanter för delstaten Nordrhein-Westfalen och konsulter för tekniska beräkningar, modellering och riskbedömningar<sup>27,50</sup>.

I det nuvarande utkastet till ny förordning framgår det tydligt vilka respektive gränsvärden för utlakning som ska uppfyllas för att de 17 olika avfallstyperna ska kunna användas i konstruktioner, se bilaga 1 och 2 för gränsvärdena för bottenaska från avfallsförbränning. I utkastet redovisas också de olika användningsområden som är möjliga för respektive avfallsslåg. Sammanställningen av användningsområden är mycket detaljerad då det för var och en av de 17 avfallstyperna finns 24 potentiella tillämpningsmöjligheter med 6 alternativa markförutsättningar. Detta innebär en matris som reglerar användningen av avfall i 2 448 olika fall.

Enligt utkastet krävs ett anmälningsförfarande för användning av avfall i konstruktioner, men det är ännu inte fastställt hur lång tid i förväg en anmälan måste lämnas in till kommunen. Vidare ska också användning av avfall i konstruktioner registreras i en nationell databas så att det i efterhand ska vara möjligt att ta reda på var och i vilken omfattning avfall använts. Det är dock inte helt klarlagt hur detta kommer att hanteras. Det kommer också att införas någon form av krav avseende regelbunden övervakning av tätskikt efter att en konstruktion är färdigställd, men det är oklart om det kommer att räcka med visuell kontroll eller om det krävs ytterligare åtgärder. I och med införandet av förordningen kommer också de testmetoder som tidigare tillämpats att behöva justeras. Enligt den nuvarande vägledningen ska utlakningstest genomföras i form av ett skaktest med förhållandet (vätska/fast material) L/S 10 l/kg (DIN-EN 12457:4). Enligt utkastet till förordningen ska det istället genomföras ett kolonntest med förhållandet (vätska/fast material) L/S 2 l/kg enligt en ny tysk standard (DIN 19528)<sup>15,50</sup>.

#### 4.7.4 Nivåer för återanvändning, mål och styrmedel

I Tyskland finns inget specifikt nationellt mål som rör användning av avfall, men återvinningsmålet i ramdirektivet för avfall är styrande för avfallshanteringen – det vill säga att förberedandet för återanvändning, materialåtervinning och annan återvinning av icke-farligt byggnads- och rivningsavfall ska öka till minst 70 viktprocent senast år 2020. I Tyskland återanvänds eller återvinns mer än 90 % av icke-farligt byggnads- och rivningsavfall. I övrigt är ståndpunkten i Tyskland att naturliga byggnadsmaterial i största möjliga utsträckning ska ersättas av restprodukter i den mån det är acceptabelt med hänsyn till lagstiftning för mark och grundvatten<sup>27</sup>.

I Tyskland genereras årligen cirka 5,5 miljoner ton bottenaskor från avfallsförbränning. Av detta används för närvarande cirka 25 % i konstruktioner i samhället, till exempel vägar, parkeringsplatser, bullervallar och industriområden. I delstaten Hamburg tillåts också användning av bottenaska i mindre applikationer till och med i uppfarter till villor etc, men samtidigt ställs också högre krav på registrering av dessa områden och omhändertagande av materialet då konstruktionen ska rivas. Andelen som används i konstruktioner har minskat de senaste åren (tidigare var den cirka 30-35 %) delvis till följd av den publicitet som omgärdade ett enskilt projekt som hanterades i strid mot gällande regelverk. Vidare används cirka 10 % av den bottenaska som genereras för stabiliseringsändamål i saltgruvor och cirka 60 % används för konstruktionsändamål inom avfallsanläggningar, till exempel för utjämning och täckning av deponier. En dominerande andel av bottenaskan håller en så pass hög kvalitet att den teoretiskt kan användas i konstruktioner i samhället. Endast cirka 5-10 % uppfyller inte de kraven utan måste användas inom avfallsanläggningar eller deponeras. Således beror inte den

höga andelen användning av bottenaska inom avfallsanläggningar (cirka 60 %) på bottenaskans kvalitet utan snarare att det inte finns tillräckligt med potentiella projekt inom rimligt avstånd från de platser där bottenaska genereras/behandlas<sup>50</sup>.

Då bottenaskan används i konstruktioner sker detta vanligen inom ett avstånd av 50 km från behandlingsanläggningen eftersom kostnaden för transporten annars blir alltför stor och bottenaskan därmed inte blir konkurrensförmåig i jämförelse med naturliga råvaror. En viss andel av bottenaskan går dock på export till Nederländerna, men det är sådan bottenaska som uppkommit nära gränsen till Nederländerna<sup>50</sup>.

Behandlingen av bottenaska i Tyskland innefattar vanligen krossning, siktning i 3-5 fraktioner, avskiljning av magnetiska och icke-magnetiska metaller och vindsiktning för att avlägsna den oförbrända andelen<sup>50</sup>.

Företagen som behandlar bottenaska tar vanligen ut en mottagningsavgift på cirka 15-25 Euro/ton (variationen beror till stor del på metallinnehållet) som ska täcka behandling samt avsättning av bottenaskan. Om bottenaskan sedan används i någon konstruktion utanför avfallsanläggningar så är den vanligaste överenskommelsen att behandlingsföretaget levererar den färdigbehandlade bottenaskan på konstruktionsplatsen utan ersättning/betalning. Om bottenaskan istället används för konstruktion inom en avfallsanläggning behöver behandlingsföretaget normalt betala 5-10 Euro/ton och om den måste deponeras blir det istället en kostnad på cirka 15-35 Euro/ton. I Tyskland finns ingen skatt för deponering av avfall<sup>50</sup>.

#### 4.7.5 Synpunkter och bedömningar

Axel Kopp vid Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety) är ansvarig för framtagandet av den nya förordningen. Han anser att tillämpningen av det nuvarande regelverket varierar stort mellan de olika delstaterna. Det nuvarande regelverket är också otillräckligt och inte harmoniserat med lagstiftning avseende skydd av mark och grundvatten. Han bedömer att de organisationer som deltagit i utvecklingen av den nya förordningen har varit samarbetsvilliga, bidragit med många bra förslag och därmed haft betydande påverkan på den nuvarande utformningen. Hans bedömning är att den nya förordningen kommer att harmonisera väl med lagstiftningen för skydd av mark och grundvatten samt ta hänsyn till den kunskap som finns idag inom området.

Carsten Spohn vid ITAD (branschorganisation som representerar samtliga avfallsförbränningsanläggningar i Tyskland - varav 11 av dem också har egen behandlingsanläggning för bottenaskor - samt ett antal samförbränningsanläggningar) har varit involverad i framtagandet av en nationell förordning sedan processen inleddes för cirka 7 år sedan. Han har haft en löpande dialog med Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. ITAD och bland annat bidragit till framtagandet av en vetenskaplig modell för beräkning av gränsvärden med utgångspunkt för skydd av grundvatten och mark. ITAD bedömer att deras medverkan har haft inflytande på utformningen av den version som behandlas för närvarande (arbetsutkast nr 2). ITAD:s uppfattning är också att den nationella myndigheten är positiv till branschens engagemang. Däremot är ett problem att de federala delstaterna har olika ståndpunkter och att flera av de delstater med större inflytande inte heller är överens med den nationella myndigheten. Carsten menar att det nuvarande regelverket (baserat på vägledningarna LAGA 19 och 20) för användning av avfall i konstruktioner inte har juridisk status vilket innebär att verksamhetutövare och anläggningsföretag inte kan vara helt trygga med sin konstruktion trots att de har nödvändigt tillstånd och/eller anmält förfarandet på ett korrekt sätt. I stort har det befintliga regelverket fungerat relativt väl under en längre tid, men då delar av regelverket blivit inaktuellt och dessutom dess status inom vissa områden ogiltigförklarats av Högsta Domstolen är det inte längre ett alternativ att tillämpa regelverket

på sikt. Dessutom varierar regelverket i praktiken mellan de respektive delstaterna vilket ger upphov till en inkonsekvent tillämpning. Vidare menar han att det är ett problem att varje respektive projekt ska anmälas till kommunen - och i vissa delstater krävs även ett tillståndsförfarande - trots att kraven i regelverket uppfylls, särskilt eftersom kommunerna ofta är negativa till användning av avfall i konstruktioner. Carsten är positiv till att det utarbetas en nationell förordning som är vetenskapligt underbyggd, som får juridisk status och dessutom har politisk förankring. Det är viktigt med tydliga spelregler över hela landet för att användning av avfall ska kunna konkurrera med naturresurser (som generellt inte är en bristvara i Tyskland). Grundtanken med förordningen är också att den utarbetas utifrån de krav som ställs avseende avfall samt skydd av mark och grundvatten i Tyskland och att det därmed inte ska behövas något ytterligare godkännande från myndigheter i enskilda projekt vilket förväntas förenkla processen för användning av avfall avsevärt.

Reinhard Fischer vid Interessen Gemeinschaft der Aufbereiter von Müllverbrennungsschlacken (branschorganisation som representerar 25 (ca 85 %) av de tyska företag som behandlar bottenaska från avfallsförbränning, även förkortat IGAM) har varit involverad i framtagandet av en nationell förordning sedan processen inleddes för cirka 7 år sedan. Reinhard menar att förordningen som utarbetas har flera fördelar gentemot det regelverk som tillämpas för närvarande. Förordningen

- är vetenskapligt underbyggd
- kommer att innebära enhetliga krav i hela Tyskland
- har juridisk status och politisk förankring
- redovisar tydligt möjliga användningsområden för respektive avfallsslag
- omfattar färre parametrar för flertalet avfallsslag (då endast de parametrar som är relevanta för respektive avfallsslag behöver övervakas)

Å andra sidan råder det en stor osäkerhet kring huruvida gränsvärdena är rimliga. Osäkerheten grundar sig i att testmetoden ändrats så att tidigare erfarenheter inte går att applicera för att göra jämförelser. Ändringen av testmetod är också något som IGAM kritiserat då utförandet av kolonntest är mer tidskrävande samt dyrare. Detta har lett till att ett alternativ testmetod har tillkommit i det senaste utkastet av förordningen (ett skaktest med förhållandet L/S 2 l/kg). Den testmetoden bedöms som enklare, men en baksida är fortfarande att ingen av de två möjliga testmetoderna överensstämmer med den testmetod som tillämpas på avfall som ska tas emot för deponering (DIN-EN 12457:4). Det innebär att verksamhetsutövarna kan tvingas att först genomföra testning för att avgöra om ett avfallsslag kan användas i konstruktioner. Om det inte visar sig möjligt krävs ett nytt test för att avgöra om och hur avfallet får deponeras. IGAM har påtalat även denna inkonsekvens.

## 5. Slutsatser och diskussion

I detta avsnitt sammanfattas den information som framkommit i projektet. Kompletterande information redovisas i bilaga 1, 2 och 3.

### 5.1 Regelverk

#### 5.1.1 Övergripande

I projektet har framkommit att samtliga studerade länder (respektive regioner i Belgien) har en reglering avseende användning av bottenaska från avfallsförbränning i konstruktioner med undantag för Brysselregionen. Den bottenaska som genereras i Brysselregionen förs ut till Flandern, Vallonien och Tyskland. Därmed ingår inte Brysselregionen i den fortsatta diskussionen nedan.

I Flandern, Vallonien, Danmark och Nederländerna regleras användning av bottenaska från avfallsförbränning i konstruktioner genom juridiskt bindande lagstiftning (regeringsbeslut eller förordning). I Frankrike regleras området genom en vägledning som dock kompletteras av en handbok som fått legal status genom ett myndighetsbeslut. I Tyskland tillämpas också en vägledning som i något olika utformning implementerats i de respektive delstaterna genom regionala förordningar. Generellt har regelverket i länderna/regionerna utarbetats i konstruktivt samråd med de berörda branscherna. Tyskland skiljer sig från övriga länder på så sätt att de nationella myndigheterna inte haft något större inflytande med avseende på det nuvarande regelverket och att de berörda branscherna inte eller varit så väl representerade. Detta kommer dock att förändras i och med att den nationella myndigheten i samråd med de berörda branscherna för närvarande arbetar fram en förordning som ska tillämpas på ett enhetligt sätt över hela landet.

Det förekommer en relativt stor spridning mellan länderna i hur gammalt regelverket inom detta område är. Tyskland och Flandern har de äldsta regelverken (stommen framtagen 1994 respektive 1998) men det är också i dessa länder som det för närvarande pågår en revidering som förväntas vara klar inom 1-2 år. Frankrike tillämpar den reglering som är nyast (2011).

I flertalet länder och regioner tillämpas regelverket på ett relativt stort antal typer av restprodukter. I Nederländerna tillämpas en gemensam lagstiftning på alla typer av byggnadsmaterial oavsett om de utgör naturliga råvaror, avfall eller jordar. I Flandern finns möjlighet att ansöka om tillstånd från den nationella myndigheten och därefter kunna hantera avfallet som en produkt och inte behöva tillämpa avfallslagstiftningen. I Danmark är däremot lagstiftningen avseende användning av avfall i konstruktioner begränsad till askor från avfalls- och kolförbränning, jordar samt sorterat oförorenat byggavfall. Som en följd av att regelverkens omfattning varierar finns det också stora skillnader i regelverkens volym. Exempelvis utgör förordningen som tillämpas i Danmark 15 sidor inklusive bilagor medan förslaget till ny förordning i Tyskland utgör 247 sidor.

### 5.1.2 Tester och gränsvärden

I samtliga länder och regioner i projektet (med undantag för Brysselregionen som inte har något regelverk inom detta område) regleras användning av avfall i konstruktioner med gränsvärden avseende utlakning av föroreningar och i alla länder samt Flandern regleras även innehållet av föroreningar med gränsvärden. För att det ska vara tillåtet att använda bottenaskan krävs att samtliga angivna gränsvärden både med avseende på utlakning och innehåll uppfylls. I de fall det finns flera nivåer/kategorier av gränsvärden kan värdena för bottenaskan jämföras mot gränsvärdena i en högre nivå om inte de mest strikta uppfylls. Därmed medföljer normalt vissa begränsningar med avseende på tillämpningsområden och/eller försiktighetsåtgärder. Sådant förfarande tillämpas i Danmark, Frankrike och Nederländerna.

I Frankrike och Nederländerna är det möjligt att använda bottenaskan utan särskilt godkännande förutsatt att de mest restriktiva/enda tillämpbara gränsvärdena uppfylls. I Flandern och Vallonien är det möjligt att söka tillstånd för sin användning och därefter använda bottenaskan utan ytterligare begränsningar. I Danmark och Tyskland krävs en anmälan för varje enskilt användningstillfälle.

I de respektive länderna/regionerna tillämpas ett flertal olika testmetoder för bestämning av innehåll samt utlakning av föroreningar.

#### *Innehåll av föroreningar*

För bestämning av innehållet av föroreningar kan olika uppslutningsmetoder användas. Resultatet redovisas i mg/kg torrsustans (TS) och analysresultaten bör vara relativt



jämförbara. Av bilaga 1 framgår att de olika länderna/regionerna tillämpar lite olika uppsättningar gränsvärden varför det är svårt att göra en fullständig jämförelse.

Samtliga länder/regioner med undantag för Vallonien tillämpar gränsvärden för innehåll av föroreningar. I Flandern och Danmark regleras samma åtta metaller som i Sverige (de parametrar som omfattas av nivåer för mindre än ringa risk), men gränsvärdena är mindre restriktiva än de svenska. I Frankrike, Nederländerna och Tyskland tillämpas endast gränsvärden för organiska ämnen och därmed inte alls för metaller. Flandern och Nederländerna har relativt likartade uppsättningar parametrar avseende organiska ämnen och reglerar därmed många enskilda föreningar med gränsvärden, medan Frankrike istället reglerar innehållet av organiska ämnen genom gränsvärden för samlingsparametrar såsom PAH, EOX och PCB. I Sverige finns gränsvärden för tre grupper av polyaromatiska kolväten – PAH-L, PAH-M och PAH-H – men något jämförbart gränsvärde finns inte hos något av studerade länderna/regionerna.

Variationen med avseende på antalet reglerade parametrar är stor. Exempelvis innebär förslaget till ny lagstiftning i Flandern en reglering av 33 ämnen med avseende på innehåll, medan den nuvarande uppsättningen i Tyskland omfattar 2 parametrar och Vallonien inte reglerar innehållet av föroreningar alls.

#### *Utlakning av föroreningar*

För bestämning av utlakningen av föroreningar tillämpas ett flertal olika testmetoder i de studerade länderna/regionerna, se bilaga 2.

Flera länder tillämpar något av de skaktest som ryms inom standarden EN 12457. Sådana skaktest används

- för samtliga kategorier i Danmark (EN 12457-1)
- för tillämpningar enligt nivå 1 i Frankrike (EN 12457-2 eller EN 12457-4)
- för den uppsättning parametrar som tillämpas i Tyskland (DIN-EN 12457-4)
- för båda uppsättningarna parametrar som tillämpas i Sverige (EN 12457-3)

Trots detta skiljer sig ändå förfarandet i vissa avseenden då det finns olika varianter av EN 12457 med olika förhållanden mellan mängden vätska och fast fas som ska motsvaras av olika tänkta scenarier för utlakning över tiden, till exempel  $L/S = 2$  l/kg eller  $L/S = 10$  l/kg. Resultatet av metoden anges i enheten mg/kg TS eller mg/l.

Några länder tillämpar istället kolontester. Sådana används

- för obundna material i Flandern (CEN 14405)
- för tillämpningar enligt nivå 2 i Frankrike (CEN 14405)
- för fri användning obundna material i Nederländerna (NEN 7383)
- för IBC-material i Nederländerna (NEN 7383)

I Flandern och Nederländerna finns ett särskilt diffusionstest med avseende på bundna material, NEN 7375, för vilket resultatet uttrycks i  $\text{mg/m}^2$ .

Utöver detta tillämpas i Vallonien standarden DIN 38414-S4 (resultatet uttrycks i mg/l) och i Tyskland är avsikten att använda den nationella standarden DIN 19528 då den nya förordningen träder i kraft (ett skaktest med  $L/S = 2$  l/kg).

Samtliga länder/regioner tillämpar gränsvärden för utlakning av föroreningar, se bilaga 2 och gemensamt för dem är att gränsvärdena omfattar ett relativt stort antal metaller samt även ett antal lösta salter. I ett par länder regleras också pH samt konduktivitet och i Vallonien regleras ytterligare ett antal parametrar såsom cyanid, kolväten och EOX. Enligt förslaget till ny

förordning i Tyskland regleras 9 parametrar avseende utlakning av föroreningar medan motsvarande uppsättning i Vallonien omfattar 23 parametrar (vilket kan jämföras med de 10 parametrar som regleras i Sverige).

Eftersom både uppsättningen gränsvärden och analysmetoderna skiljer sig i hög utsträckning mellan länderna/regionerna går det inte att göra en detaljerad jämförelse mellan de gränsvärden som gäller avseende utlakning av föroreningar.

## 5.2 Användning i konstruktioner

Det vanligaste användningsområdet för bottenaska från avfallsförbränning i konstruktioner utanför avfallsanläggningar är i vägar i samtliga länder och regioner i studien. Andra tillämpningar som förekommer är exempelvis bullervallar, parkeringsplatser och industriområden. I Tyskland används också bottenaskor för stabiliseringsändamål i saltgruvor. Det sker också en viss gränsöverskridande transport av bottenaskor, till exempel från Bryssel till Flandern, Vallonien eller Belgien respektive från Flandern till Vallonien, Nederländerna eller Tyskland. Det förekommer också transport av bottenaskor från Vallonien till Flandern för behandling och i vissa fall tillbaka igen för användning i konstruktioner.

Andelen bottenaskor som används i konstruktioner utanför avfallsanläggningar skiljer sig relativt mycket mellan länderna och regionerna i studien. I Danmark och Nederländerna används all bottenaska i olika anläggningsprojekt och i Vallonien används också en dominerande andel (97 %). I Frankrike, Flandern och Tyskland är andelen bottenaska som används utanför avfallsanläggningar lägre - från 25 % i Tyskland till cirka 50-70 % i Frankrike. I Vallonien, Danmark, Frankrike, Nederländerna och Tyskland är det normalt tillräckligt med en utsortering av metaller samt lagring av bottenaskan för att uppfylla tillämpliga gränsvärden. I Flandern är innehållet av koppar i obehandlad bottenaska ofta högre än gränsvärdet varför det krävs en behandling innan användning.

Att användningen av bottenaskor i konstruktioner är hög i Danmark, och också varit det sedan lång tid, kan delvis förklaras med att offentliga aktörer generellt har en positiv inställning till användning av avfall i konstruktioner, på så sätt att de vanligen inkluderar avfall som möjliga byggnadsmaterial i upphandlingsförfaranden. Användning av bottenaska/restprodukter från avfallsförbränning har också uppmuntrats genom specifika mål/angiven inriktning i nationella avfallsplaner sedan 1998. Lagstiftningens utformning som innebär att kategorier med mindre restriktiva gränsvärden kombineras med vissa begränsningar avseende tillämpningar och försiktighetsåtgärder skapar också möjlighet att använda bottenaskan. Vanligtvis räcker med en utsortering av metaller samt lagring av bottenaskan. Dessutom är de ekonomiska förutsättningarna fördelaktiga för användning av bottenaska då deponeringskostnaden är hög och att även tillgången på naturliga råvaror begränsad.

Också i Nederländerna finns en tydlig ambition hos den nationella myndigheten att stimulera användning av botteanaskor och andra restprodukter för att på så sätt spara på naturliga råvaror. Liksom i Danmark så inkluderas avfall som möjliga byggnadsmaterial vid upphandlingar och det är till och med så att användning av avfall ofta ger högre poäng vid utvärdering av anbud då det innebär att användning av naturliga resurser kan minimeras. Lagstiftningens utformning som innebär att kategorier med mindre restriktiva gränsvärden kombineras med vissa begränsningar avseende tillämpningar och försiktighetsåtgärder skapar också möjlighet att använda bottenaskan. Vanligtvis räcker med en utsortering av metaller samt lagring av bottenaskan. Tillämpningen av lagstiftningen tycks fungera relativt enhetligt och utformningen som innebär att avfall och naturliga byggnadsmaterial bedöms på ett likartat sätt innebär ett tydligt ramverk.

I Vallonien kan verksamhetsutövare som vill behandla och använda avfall för konstruktionsändamål ansöka om tillstånd för detta och sedan använda avfall, oavsett lokalisering, under förutsättning att de generella gränsvärdena för utlakning av föroreningar uppfylls. Detta innebär ett relativt smidigt förfarande som underlättar den administrativa processen. Vidare tycks de gränsvärden som tillämpas vara något mindre restriktiva vilket gör att de inte så ofta blir begränsande för användningen.

I Frankrike har användningen av bottenaska från avfallsförbränning i konstruktioner minskat en del på senare år bland annat till följd av att det genomförts färre byggprojekt under den rådande lågkonjunkturen. Den deponiskatt som tillämpas med avseende på sådan bottenaska som uppfyller de krav som ställs för att kunna användas men som ändå inte används ger dock ekonomiska incitament att använda bottenaskan.

I Tyskland tycks den relativt låga andelen användning åtminstone delvis bero på att regelverkets utformning skiljer sig mellan delstaterna, att regelverket också tillämpas olika och att användningen ofta innebär en anmälnings- eller tillståndprocess samt att avsättningen måste finnas i närområdet av bottenaskan i närområdet för att den ska vara konkurrensmässig med naturliga byggnadsmaterial.

I Flandern är innehållet av koppar i obehandlad bottenaska ofta högre än gränsvärdet. Sedan några år tillbaka finns en våtsiktningensanläggning som reducerar kopparinnehållet, men användningen av bottenaska i konstruktioner har ännu inte blivit så utbredd i regionen. Av den bottenaska som faktiskt används utanför avfallsanläggningar utgör användning i Vallonien och grannländerna cirka hälften.

### 5.3 Exempel på innovativa lösningar

Några länder/regioner har utarbetat innovativa lösningar som skiljer sig lite från hur det ser ut i övriga länder/regioner:

- I Nederländerna har branschen och de nationella myndigheterna genom överenskommelsen Green Deal satt upp ambitiösa mål för en generell förbättring av bottenaskans kvalitet
- I Tyskland har den nationella myndigheten genomfört ett omfattande utredningsarbete med att testa utlakningen från olika avfallstyper. På så sätt kan istället verksamhetsutövarnas börda avseende provtagning och analys reduceras då de endast behöver ta hänsyn till de parametrar som visats vara relevanta.
- I Flandern är lagstiftningen anpassad till det pågående arbetet inom EU avseende utveckling av kriterier för avfall upphör att vara avfall. Det finns därmed möjlighet att ansöka om tillstånd för att hantera bottenaskan som en produkt och inte behöva tillämpa avfallslagstiftningen.
- I Frankrike tas det endast ut en deponiskatt på sådan bottenaska som uppfyller de krav som ställs för att kunna återanvändas men som ändå inte används.
- I Tyskland finns ett behandlingsföretag som åtar sig att ta tillbaka den bottenaska som de levererat om anläggningsföretaget inom 25 år av någon anledning vill göra sig av med bottenaskan (till exempel om konstruktionen ska rivras).

### 5.3 Vad kan stimulera till ökad användning i Sverige?

Det framgår tydligt ovan att i de länder/regioner där det finns en tydlig ambition hos den nationella myndigheten att stimulera användningen av restprodukter för att på så sätt spara på naturliga råvaror är följaktligen också användningen av bottenaska i konstruktioner utanför avfallsanläggningar hög. Genom att tydliggöra en sådan inriktning också i Sverige bedöms möjligheterna för användning av bottenaska kunna öka.



En annan faktor som bedöms resultera i ökad användning av bottenaska, med hänsyn till sammanställningen ovan, är ett regelverk som tillämpas enhetligt över hela landet och som innefattar differentierade gränsvärden. På så sätt blir det tydligt vilka krav som ska uppfyllas och också möjligt att använda avfall med lite högre föroreningsinnehåll men med vissa begränsningar avseende tillämpningsområden så att man med säkerhet uppnår ringa risk för hälsa och miljö. Något som ytterligare bedöms gynna användningen av bottenaskor är att offentliga aktörer inkluderar dessa i upphandlingar och därmed inte enbart begränsar sig till användning av naturliga råvaror.

Ekonomiska incitament bedöms också som avgörande för att uppnå en ökad användning av bottenaskor. För att stimulera användning av bottenaskor bör de ekonomiska förutsättningarna för användning av dessa vara bättre än för naturliga råvaror. I detta sammanhang bör kostnaden för det alternativa omhändertagandet (t ex deponering), kostnader för hantering, transport och mellanlagring beaktas.

## 6. Referenser

1. Alpine Arc Cooperation for Sustainable Waste management (CSA3D); ECO'MIOM - Incineration ash extracted from household waste-to-energy plants, appropriate for road usage, 2012.
2. Alpine Arc Cooperation for Sustainable Waste management (CSA3D); Integrated bottom ash gasification/vitrification process, 2015.
3. Born, Jan-Peter; HVCgroep; personlig kommunikation, senast 2014-12-18.
4. van Brecht, Andres; Indaver; personlig kommunikation, senast 2014-12-08.
5. van Brecht, Andres, Wauters, Guido, Konings, Alain; Indaver; Innovative and BREF-proven material recycling of bottom ashes, presentation vid "Ash 2012", Stockholm, 2012.
6. Broos, Kris; VITO; personlig kommunikation, senast 2015-02-18.
7. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit; Verordnung zur Festlegung von Anforderungen für das Einbringen oder das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, an den Einbau von Ersatzstoffen und für die Verwendung von Boden und bodenähnlichem Material, utkast, 2012.
8. Chateau, Laurent; Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME); Environmental acceptability of beneficial use of waste as construction material - State of knowledge, current practices and future developments in Europe and in France, Journal of Hazardous Materials, Volume 139, Issue 3, Pages 556–562 2007.
9. Chateau, Laurent; Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME); personlig kommunikation, senast 2015-01-13.
10. Crillesen, Kim; Vestforbraending; personlig kommunikation, senast 2014-12-08.
11. Danmarks regering; Danmark uden affald; 2013.
12. Debaene, Luc; Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM), personlig kommunikation, senast 2015-01-30.

13. Dierckx, Philippe; VITO; personlig kommunikation, senast 2015-02-26.
14. Europaparlamentet; Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/98/EG om avfall och om upphävande av vissa direktiv, 2008.
15. Fischer, Reinhard; Interessen Gemeinschaft der Aufbereiter von Müllverbrennungsschlacken (IGAM); personlig kommunikation, senast 2015-03-05.
16. van Gerven, T., Geysen, D., Stoffels, L., Jaspers, M., Wauters, G., Vandecasteele, C.; Management of incinerator residues in Flanders (Belgium) and neighbouring countries – a comparison, Waste Management 25, 2005.
17. Ghodsi, Alain; Office wallon des déchets, personlig kommunikation, senast 2015-01-29.
18. Gouvernement wallon; Arrêté du Gouvernement wallon favorisant la valorisation de certains déchets, <http://environnement.wallonie.be/legis/dechets/decat024.htm>, 2004.
19. Gravesen, Lene; Miljøstyrelsen, personlig kommunikation, senast 2015-02-19.
20. Hansen, Lisbe Poll; Miljøstyrelsen, personlig kommunikation, senast 2015-02-19.
21. Hansson, David; Kartläggning av sluttäckning av deponier, 2013.
22. Hjelmar, Ole; Danish Waste Solutions ApS; personlig kommunikation, senast 2015-01-07.
23. Hjelmar, Ole; Vandkvalitetsinstituttet (VKI); Regulatory and environmental aspects of MSWI ash utilization in Denmark, 1990.
24. Højesterets Dom, Sag 76/2009, 2010.
25. Jensen, Julie Katrine; Miljøstyrelsen, personlig kommunikation, senast 2015-02-19.
26. Kallesøe, Jens; AFATEK, personlig kommunikation, senast 2014-12-02.
27. Kopp, Axel; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, personlig kommunikation, senast 2015-01-19.
28. Kärman, Erik; Van Moeffaert, Denis; Bjurström, Henrik; Berg, Magnus; Svedberg, Bo; Förutsättningar för att askor kommer till användning i vägar, 2004.
29. Le ministre de l'Environnement; Circulaire DPPR/SEI/BPSIED n° 94-IV-1 du 9 mai 1994 relative à l'élimination des mâchefers d'incinération des résidus urbains, 1994.
30. Lindeneg, Susanne; Københavns kommune, personlig kommunikation, senast 2015-02-19.
31. Länderarbeitsgemeinschaft Abfall; Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 19, Merkblatt über die Entsorgung von Abfällen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle, 1994.

- 32.Länderarbeitsgemeinschaft Abfall; Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, utgåva 2003.
- 33.Miljøministeriet; Bekendtgørelse om anvendelse af slagge og flyveaska, BEK nr 568, 1983.
- 34.Miljøministeriet; Affaldsstrategi 2005-2008, 2003.
- 35.Miljøministeriet; Bekendtgørelse om anvendelse af restprodukter og jord til bygge- og anlægsarbejder og om anvendelse af sorteret, uforurenat bygge- og anlægsaffald, senaste version BEK nr 1316, 2012.
- 36.Miljøstyrelsen; Waste in Denmark, 1999.
- 37.Ministère de l'Ecologie, du développement durable, des transports et du Logement; Acceptability of alternative materials in road construction - Environmental Assessment, 2011.
- 38.Ministère de l'Ecologie, du développement durable, des transports et du Logement; Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière – Les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux (MIDND), 2012.
- 39.Musy Raphaëlle; Savoie Déchets; personlig kommunikation, senast 2015-02-05.
- 40.Naturvårdsverket; Handbok 2010:1 – Återvinning av avfall i anläggningsarbeten, 2010.
- 41.Naturvårdsverket; Rapport 6502 – Från avfallshandtering till resurshushållning, Sveriges avfallsplan 2012-2017, 2012.
- 42.Nederländska regeringen; Regeling van 13 december 2007, nr. DJZ2007124397, houdende regels voor de uitvoering van de kwaliteit van de bodem, [http://wetten.overheid.nl/BWBR0023085/geldigheidsdatum\\_17-12-2014](http://wetten.overheid.nl/BWBR0023085/geldigheidsdatum_17-12-2014), 2014.
- 43.Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM); Materiaalbewust bouwen in kringlopen, [www.ovam.be/materiaalbewust-bouwen-kringlopen](http://www.ovam.be/materiaalbewust-bouwen-kringlopen), 2015-02-10.
- 44.Rasmussen, Finn; Københavns kommune, personlig kommunikation, senast 2015-02-19.
- 45.Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving; Regeling bodemkwaliteit, (Preliminary draft of the Soil Quality Regulation, <http://rwsenvironment.eu/subjects/soil/legislation-and/soil-quality-decree/>), 2007.
- 46.Rosendal, René Møller; Dansk Affaldsføreling, personlig kommunikation, senast 2014-12-02.
- 47.Sahlin, Jenny; Internationell utblick om användning av askor, Svenska EnergiAskor, 2013.
- 48.Scherrier, Nicolas; Brussels Instituut voor Milieubeheer (BIM), personlig kommunikation, senast 2015-03-02.

49. Skatteministeriet; Bekendtgørelse af lov om afgift af affald og råstoffer (affalds- og råstofafgiftsloven), LBK nr 311, 2011.
50. Spohn, Carsten; Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V. (ITAD), personlig kommunikation, senast 2015-03-06.
51. Sveriges Riksdag, Lag (1995:1667) om skatt på naturgrus, 1995.
52. Sveriges Riksdag, Lag (1999:673) om skatt på avfall, 1999.
53. Sveriges Riksdag, Lag om ändring av lagen (1999:673) om skatt på avfall, 2014.
54. Vlaamse Regering; VLAREMA - Besluit van de Vlaamse Regering tot vaststelling van het Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen, 2012 (<https://navigator.emis.vito.be/mijn-navigator?woId=43991>).
55. de Wijs, Joost; Vereniging Afvalbedrijven (Dutch Waste Management Association), personlig kommunikation, senast 2015-03-23.
56. de Wilde, Paul; Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving, personlig kommunikation, senast 2014-12-23.
57. Wilhelmsson, Anna och Jansson, Gunilla; Användning av restprodukter inom EU, Svenska Geotekniska Föreningen Rapport 1:2008, 2008.
58. van Zomeren, André; ECN, personlig kommunikation, senast 2014-12-19.

## 7. Bilagor

- Bilaga 1. Gränsvärden för innehåll av föroreningar i bottenaskor från avfallsförbränning
- Bilaga 2. Gränsvärden för utlakning av föroreningar från bottenaskor från avfallsförbränning
- Bilaga 3. Sammanställning av regelverk, tillämpning och användning av bottenaska från avfallsförbränning
- Bilaga 4. Tillämpningsområden för användning av avfall och jord i Danmark