



CHALMERS



Hållbar hantering av restbetong och dess avsättningsområden

En kartläggande studie om återanvändning av restbetong

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

PETRA ISAKSSON

LINN NILSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för byggnadsteknologi
Byggnadsmaterial
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Examensarbete 2016: BOMX03-16-03
Göteborg, Sverige 2016

Hållbar hantering av restbetong och dess avsättningsområden

En kartläggande studie om återanvändning av restbetong

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

PETRA ISAKSSON

LINN NILSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för byggnadsteknologi
Byggnadsmaterial
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2016

Hållbar hantering av restbetong och dess avsättningsområden

En kartläggande studie om återanvändning av restbetong

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

PETRA ISAKSSON

LINN NILSSON

© PETRA ISAKSSON, LINN NILSSON, 2016

Examensarbete 2016: BOMX03-16-03 / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2016

Institutionen för bygg och miljöteknik

Avdelningen för byggnadsteknologi

Byggnadsmaterial

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Restbetong vid fabriken på Ringön. (Isaksson, Nilsson, 2016).

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Göteborg 2016

Hållbar hantering av restbetong och dess avsättningsområden

En kartläggande studie om återanvändning av restbetong

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

PETRA ISAKSSON

LINN NILSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen förbyggnadsteknologi

Byggnadsmaterial

Chalmers tekniska högskola

SAMMANDRAG

Betongbranschen idag är väldigt engagerad kring frågor om hållbarhet och framtidens byggande, men det är sällan uppmärksamheten riktas från betongtillverkningen till de processer som sker omkring den. Det beställs för stora mängder betong som sedan skickas tillbaka till fabrikerna och när trumman hos roterbilarna teoretiskt sett är tom finns det i verkligheten betongmassor kvar som sedan spolas ur i form av spolmassor. Idag körs stora mängder av returbetong och spolmassor, som tillsammans kallas restbetong, på deponi när det fortfarande är högst brukbart. Problemet grundar sig i att betongproducenter inte är medvetna om hur stora dessa massor blir totalt eller hur mycket de kan spara endast i deponikostnader.

Examensarbetet har utförts i samarbete med Thomas Betong AB och under arbetet har hanteringen av restbetongen granskats med deras fabriker som premisser. För att undersöka förutsättningarna för hanteringen har intervjuer genomförts med kommuner där syftet har varit att få fram eventuella riktlinjer eller regler de följer vid återbruk av restbetongen. Detta kan också framstå som ett problem eftersom restbetongen har klassats som ett avfall, vilket vid första anblick kan verka avskräckande för vissa kommuner och eventuella kunder från återbruk av materialet.

Utifrån hanteringen i dagsläget och de tillämpade reglementena har förbättringspunkter och exempel på avsättningsområden tagits fram. Det som framkom tydligt under framtagningen av alternativa avsättningsområden var att användningen till vägfyllnadsmaterial till stor del redan var etablerad inom företaget, och att de flesta kommuner var positiva till detta avsättningsområde i jämförelse med de andra granskade alternativen. Då tydliga riktlinjer saknas för kommunerna angående återbruk av restbetongen kan det vara problematiskt att använda det till flera olika avsättningar och några kommuner har uttryckt funderingar kring att klassa om materialet till en produkt för att använda det till annat än i anläggningssyfte. De tydligaste reglerna som de flesta kommuner använder sig utav idag är då avsättningsområdet berör anläggningssyfte. Därmed kan det anses att om restbetongen kunde marknadsföras bättre med avsikt att användas till fyllnadsmaterial skulle det gynna flest parter med hänsyn till både ekonomi och miljö.

Nyckelord: betong, resthantering, restbetong, spolmassa, returbetong, avfallshantering, återanvändning, vägutfyllnad

Sustainable management of residual concrete and its fields of application

A study on the reuse of residual concrete

Diploma Thesis in the Engineering Programme

Building and Civil Engineering

PETRA ISAKSSON

LINN NILSSON

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Building Technology

Building Materials

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The concrete industry today is very involved regarding questions about sustainability and the future of production, but the focus is more often placed on the concrete production itself rather than the work around it. Large amounts of concrete is ordered that later get sent back to the factory and when the cylinder of the concrete truck theoretically is empty it often contains concrete masses which can be washed out when the truck returns to the factory.

Large amounts of residual concrete today is transported to a landfill area when it in fact still is highly usable. The problem originates in the fact that the producers of the concrete aren't aware of the greatness of these masses or how much they can save economically by avoiding placing it in landfill areas.

This report is done in collaboration with Thomas Betong AB and during the task the management of the residual concrete has been evaluated with its factories as a foundation. To investigate the conditions of the concrete management, municipalities have been interviewed with the purpose to obtain any guidelines and regulations they comply regarding reuse of residual concrete. This can be seen as a problem since the residual concrete has been classified as a waste, which at first glance can be discouraging for some municipalities from reusing the material.

From the current situations management and the applied regulations, improvement points and examples of deposition areas have been established. An important limitation in our work has been the focus on fresh concrete and therefore the report does not concern demolition concrete. The fresh concrete has far more superior opportunities for reuse than the demolition concrete because it has not yet been exposed to substances harmful to the environment. This is also one of the biggest problems that the concrete producers handle today concerning the sustainable development. During our work with the different deposition areas it became clear that the most established field of application within the company was to use the residual concrete for road filler material. It also showed that most municipalities were optimistic for this kind of usage in comparison with the other identified fields of applications. Because of the lack of proper guidelines regarding reuse of residual concrete for the municipalities it can be troublesome to use the material for several

fields of application and some of the interviewed has expressed their thoughts about redefining the material, not as a waste but as a new product, so new fields of application can be utilized. The most distinct regulations regarding fields of application that most municipalities follow is concerning road construction work. Consequently it can be considered that if the residual concrete would be marketed correctly with the purpose as road filler material it would benefit the most parties with consideration to both the economy and the environment.

Keywords: concrete, waste management, returned concrete, reuse, residual concrete

Innehållsförteckning

SAMMANDRAG	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	IV
FÖRORD	VI
FÖRKLARANDE BEGREPP	VII
1 INLEDNING	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte	3
1.3 Metod	3
1.4 Avgränsningar	3
2 BETONGEGENSKAPER OCH HANTERING	5
2.1 Thomas Betongs egen Miljöbetong	5
2.1.1 Tungmetallhalter i Portlandscement och Slagg Bremen	6
2.2 Tillverkning och resthantering av betong	6
2.2.1 Tillverkningsprocessen	6
2.2.2 Resthanteringsprocessen Ringön	7
2.2.3 Resthanteringsprocessen Kungälv	8
2.2.4 Resthanteringsprocessen Borås	9
3 KARTLÄGGNING AV HANTERING	12
3.1 Spol- och returmassor på fabrikerna	12
3.2 Avsättningsområden som appliceras idag	13
3.2.1 Syds avsättningsområden	14
3.2.2 Västs avsättningsområden	14
3.2.3 Mitts avsättningsområden	14
3.2.4 Stockholms avsättningsområden	15
4 LAGAR OCH FÖRESKRIFTER VID RESTHANTERING	16
4.1 Lagar och föreskrifter	16
4.1.1 EU-direktiv	16
4.1.2 Miljöbalken	16
4.1.3 Naturvårdsverket: Återvinning av avfall i anläggningsarbeten	17
4.1.4 Naturvårdsverket: Klassificering av avfall	18
4.1.5 Naturvårdsverkets författningssamling	19
4.2 Resthantering hos olika kommuner	19
4.2.1 Arvika	19
4.2.2 Avesta	20
4.2.3 Alingsås	20
4.2.4 Huddinge	20
4.2.5 Karlskoga	21
4.2.6 Karlstad	21
4.2.7 Köping	21

4.2.8	Stenungsund	21
4.2.9	Sunne	21
4.2.10	Sölvesborg	22
4.2.11	Uppsala	22
4.2.12	Varberg	22
4.2.13	Västerås	22
5	FÖRBÄTTRINGSPUNKTER OCH AVSÄTTNINGSSOMRÅDEN	24
5.1	Minskad volym av returbetong	24
5.2	Återanvändning av spolvatten	25
5.3	Jordbrukskalkning	25
5.4	Kalkning av försurade sjöar och mark med restbetong	26
5.4.1	Kalkningsprodukter	27
5.4.2	Kalkningsmetoder	27
5.5	Återanvändning av returbetong till ballast	29
5.6	Återanvändning som vägfyllnadsmaterial	29
5.7	Tätskikt av deponier	30
5.8	Re-con Zero	31
5.9	Gjutning av andrahandskonstruktioner	31
6	RESULTAT OCH DISKUSSION	33
6.1	Resthanteringsprocesserna	33
6.2	Deponi	34
6.3	Kommuner	35
6.4	Avsättningsområden	35
6.5	Utvalda fabrikers avsättning och dess kommunsvär	39
6.6	Tungmetallhalter i jämförelse med gränsvärden	39
7	SLUTSATS OCH FÖRSLAG PÅ FORTSATTA STUDIER	42
7.1	Slutsats	42
7.2	Förslag på fortsatta studier	43
8	REFERENSER	44
9	FIGUR- OCH TABELLFÖRTECKNING	48
10	BILAGOR	49
	Bilaga 1 – Miljöriskanalys	49
	Bilaga 2 – Klassning av farligt avfall utifrån innehållet av farliga ämnen	51

Förord

Detta examensarbete är en del av Byggingenjörsprogrammet på Chalmers Tekniska Högskola och omfattar 15 högskolepoäng. Arbetet har genomförts på institutionen för bygg- och miljöteknik och behandlar hantering av restbetong och dess avsättningsområden.

Examensarbetet har utförts i kollaboration med Thomas Betong AB där en kartläggning av deras svenska fabrikers restbetongsvolymer och avsättningar har utförts. Projektet har gett oss en inblick i problemen kring hanteringen av materialet men även visat stor potential i nya avsättningsområden och förbättringspunkter. Tack till Ingemar Segerholm på Chalmers tekniska högskola för ett stöttande arbete som vår examinator och handledare. Vi vill också rikta ett stort tack till vår handledare Erik Lindén på Thomas Betong AB som genomgående har väglett oss genom detta arbete. Även tack till alla engagerade anställda på företaget som vi kommit i kontakt med.

Göteborg juni 2016

Petra Isaksson & Linn Nilsson

Förklarande begrepp

Avfall – Enligt definitionen som är gemensam för hela EU innefattar avfall alla föremål, material eller ämnen som ägaren vill göra sig av med eller är skyldig till att göra sig av med.

Betongslam - När restbetongen sedimenteras och samlas på botten av sedimenteringsbassänger skapas slammet, vilket är fritt från ballast. Vid tömning av bassängerna grävs slammet upp och kan brukas i olika användningsområden.

Deponi – Plats på återvinningscentral eller avfallsanläggning där material som ej kan återvinnas eller återanvändas placeras på ett miljöriktigt sätt. Anledningen till deponi kan bero på dess form eller storlek, egenskaper eller komplexitet (Avfall Sverige, 2012).

Färdig Betong AB – Företaget bytte namn från Färdig Betong AB till Thomas Betong AB den 16 mars 2015, därmed är alla dokument innan detta datum undertecknade Färdig Betong AB.

Restbetong - Ett samlingsnamn för spolmassor och returbetong som syftar till både härdad och ohärdad betong som ännu inte varit en del av ett byggnadsverk.

Returbetong – Den resterande betong som skickas tillbaka med betongbilen till fabriken. Detta kan uppstå av två anledningar, antingen kan det bero på felbeställning från kunden som får betala för transport och deponikostnad av restbetongen. Alternativt kan det bero på felaktig tillverkad eller ej fullgod betong som betongproducenten får ansvara för kostnadsmässigt.

Rotertrumma - Där den färska betongen förvaras under transport i betongbilen. I den roterande trumman är vingar monterade för att betongen ej skall härda under frakt.

Spolmassa – Utgör den del av betongen som tillsammans med spolvattnet spolas ur de tömda betongbilarna vid återkomst från en leverans och till skillnad från returbetongen innehåller den en mindre andel ballast.

Thomas Betong AB – Företaget som examensarbetet utfördes i samarbete med. Vid hänvisning till ”företaget” i examensarbetet avses Thomas Betong AB. Thomas Betong AB tillhör den internationella koncernen Thomas Concrete Group.

QlikView – En programvara som Thomas Betong använder sig av för att följa upp sina producerade massor i de olika fabrikerna. Vid val av fabrik i programmet visas en grafisk tabell över volymen returbetong/deponi, spolmassor vid fabriken, kostnaden för transportintäkter, deponiavgifter samt den totalt producerade massan betong.

1 Inledning

I dagens samhälle är miljön en av de främsta aspekterna att ta hänsyn till vid hantering av byggnadsmaterial. Fler och fler företag tar steget för att återanvända och återvinna sitt material istället för att endast deponera materialet, vilket är gynnsamt både ur ett ekonomiskt och miljövänligt perspektiv.

Betong är ett av de byggnadsmaterial som används mest i Sverige idag och har ett flertal olika användningsområden. Eftersom det tillverkas betong i stora kvantiteter för att tillgodose behovet av användningen uppkommer även en stor del restbetong i processen. Många betongtillverkare har inte kapaciteten att omhänderta och bearbeta den betong som återkommer till fabriken vilket resulterar i att betongen läggs på deponi när det istället kan finnas möjlighet för återbruk i en stor skala.

1.1 Bakgrund

Betong består till stor del av sten, berg och kalksten och är alla naturmaterial som inte innehåller utfasningsämnen eller andra miljöfarliga ämnen (Betongföreningen, 2013b). Tack vare sina komponenter är betongen 100 % återbrukbar och kan återanvändas vid produktion av ny betong eller till annat användningsområde där den kan ersätta andra material bestående av sten och berg (Svensk betong, 2013). Betongen kan även återvinnas genom att separera dess ingående komponenter som sedan kan användas inom skilda områden (Svensk betong, 2016).

Det är viktigt att skilja på restbetong och rivningsbetong då de har olika förutsättningar vad beträffar dess egenskaper. Restbetongen är betong som ännu inte använts till något byggnadsverk och är därför helt ren från hälso- och miljöfarliga ämnen. Den kan även anses ha större möjligheter för återbruk eftersom den fortfarande är färsk och därmed är en arbetbar massa. I andra fall låts betongen härda för att sedan kunna krossas upp och återanvändas (Svensk betong, 2016). Rivningsbetong är den som återfås vid rivning av befintlig byggnad eller konstruktion och kan innehålla rester av miljöfarliga ämnen och armering. Vid arbete med rivningsbetong är det viktigt att ta hänsyn till dessa aspekter och miljön för återanvändningen kan vara avgörande för om den kan återbrukas. När betongen är fri och separerad från övrigt material kan den krossas och återanvändas på liknande sätt som härdad restbetong. Dock finns det många svårigheter om betongen ska återanvändas till ny betong som exempelvis låg arbetbarhet och speciell hantering på fabrik, därför gör sig rivningsbetong bäst som fyllnadsmaterial. Nederländerna och Japan har ett framstående arbete inom detta och använder till stor del rivningsbetong till byggnation av vägar och liknande (Betongföreningen, 2013a).

Examensarbetet kommer endast att beröra restbetong och skrivs i samarbete med företaget Thomas Betong AB, före detta Färdig Betong. Företaget har idag 34 verksamma fabriker i Sverige och delas upp enligt produktionsområdena mitt, väst, syd och Stockholm. De olika produktionsområdena har olika kapaciteter och hantering av betongen är beroende på var i landet de befinner sig, de har även olika förutsättningar för hur de kan avsätta sin restbetong. Restbetongen kan delas upp i spolmassor och returbetong, där spolmassor avser den lilla mängd betong som spolas ur rotertrumman vid rengöring av betongbilarna på fabriken, och returbetong är den resterande betong som återsänds till fabriken då kunden exempelvis beställt för mycket betong. Restbetongen behandlas som ett avfall från betongproduktionen och har klassats med avfallskoden SNI 10-13-14 enligt Avfallsförordningen (SFS 2011:927).

Vid önskan om återbruk av restbetongen kan det finnas krav kring olika avsättningsområden av materialet. Dessa krav styrs av varje individuell kommun och kan bestämmas utifrån befintliga föreskrifter eller reglementen, bland annat från Naturvårdsverkets handbok 2010:1 *Återvinning av avfall för anläggningsarbeten*.

År 2015 har de svenska fabrikerna inom Thomas Betong AB sammanlagt betalat cirka 5,6 miljoner kronor i deponiavgifter för returbetong och spolmassor exklusive fraktkostnaden till deponilagret. (Thomas Concrete Group, 2016). Detta är en stor kostnad i dagsläget som med små förändringar kan minskas avsevärt. De problem som finns kring resthanteringen av betong berör inte bara företaget Thomas Betong AB, utan är ett befintligt problem för betongproducenter över hela Sverige. Betongindustrin har idag möjlighet att sträva mot en hållbar hantering av restbetongen genom att optimera återbruk av betongen på olika vis. För att uppnå detta krävs ett samarbete med kommunerna kring avsättning samt att nå ut till andra potentiella konsumenter med information om materialets fördelar.

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet var att kartlägga de olika volymer av betong som fabrikerna hanterar och även hur de går tillväga på de olika fabrikerna i landet. Även att undersöka de regler kommunerna har satt upp och följer som berör restmaterialet och dess hantering. Utifrån detta skall de främsta förbättringspunkterna identifieras och förslag på alternativa avsättningsområden tas fram för den obearbetade restbetongen.

Det stora målet med arbetet var att skapa ett underlag för hur restbetongen kan hanteras på ett mer framåtskridande och hållbart sätt än vad den gör idag.

1.3 Metod

För att kartlägga hur fabrikerna arbetar med hantering av de volymer som produceras har databassökningar genomförts. Som komplement har även lämpliga ansvariga på respektive fabrik kontaktats. Studiebesök har genomförts i produktionen för att få djupare förståelse för hur tillverknings- och resthanteringsprocessen fungerar samt för att få ytterligare grund för kartläggningen av fabrikernas hantering av restbetongen. För vidare kartläggning av kommunernas arbete kring hanteringen har kontakt tagits med de ansvariga på miljökontoret i de aktuella kommunerna med förfrågan om hur de hanterar dessa frågor i respektive kommun. Detta för att sedan kunna identifiera de avsättningsområden som används idag och för att kunna fortsätta arbetet med vidare litteraturstudier kring avsättningar som inte appliceras i dagsläget. Förbättringspunkter och nya avsättningsområden har förutom litteraturstudier behandlats med hjälp av intervjuer av kunniga personer inom området ifråga.

1.4 Avgränsningar

Då examensarbetet genomförs på Thomas Betong har den undersökta restbetongen utgjorts av företagets egen betong, mer specifikt den de kallar Miljöbetong, som sammantaget har lägre koldioxidutsläpp än traditionell betong.

Fokus har lagts på den nyproducerade Miljöbetongen och innebär att endast hantering och kartläggning av denna betong har gjorts. Restbetongen delas i sin tur upp i spolmassor och returbetong eftersom de skiljer sig åt ur en ekonomisk aspekt för företaget men även är olika

lätthanterligt eftersom mängden av de olika komponenterna skiljer sig åt, exempelvis innehåller returbetongen en större andel ballast.

En avsiktlig avgränsning angående kartläggningens storlek har inte dragits, kontakt har tagits med alla verksamma fabriker samt de kommuner de befinner sig i. Resultaten som presenteras i examensarbetet är en sammanställning av de svar som erhållits och fungerar därmed som en avgränsning.

Då olika avsättningsområden kan kräva omfattande bearbetning av restbetongen har en begränsning gjorts och syftet fokuserats på obearbetad restbetong med undantag från krossning av restbetong.

Examensarbetet har utgått ifrån att restbetongen har en avfallsklassning. Alla avsättningsområden oavsett klassning av materialet har inkluderats, dock har en avgränsning gjorts mot hur omklassningen sker eller vilka eventuella förändringar materialet måste genomgå för att kunna klassas om.

För att behålla den generella strukturen i arbetet har fokus lagts på att ta fram aktuella gränsvärden av föroreningshalter vid användning av restbetongen. Dessa gränsvärden kan sedan användas för att jämföras med betongen i fråga, vilket innebär att de framtagna gränsvärdena kan appliceras på olika betongproducenters restmaterial.

2 Betongegenskaper och hantering

Materialiet betong har en rad goda egenskaper som gör det till ett väldigt efterfrågat byggnadsmaterial i dagens samhälle. Bland annat har det god hållfasthet, formbarhet, ljudisolerande förmåga samt en hög brandbeständighet, vilket är några av anledningarna till att det är ett bra material för exempelvis bärande konstruktioner som ska vara mycket tåliga mot yttre påverkan (Svensk Betong, 2013). Traditionell betong består huvudsakligen av cement, vatten och ballast men även tillsatsmaterial och tillsatsmedel av olika slag kan användas för att betongen ska få olika egenskaper (Burström, 2007).

2.1 Thomas Betongs egen Miljöbetong

Thomas Betong har en tydlig miljöprofil och arbetar kontinuerligt med att certifiera sina betongprodukter. E. Lindén delger (personlig kommunikation, 3 maj 2016) att i dagsläget är deras betong registrerad i Basta, SundaHus, BREEAM, LEED, Green Building, Ceequal, Miljöbyggnad, Product X Change, EPD och rekommenderade i Byggvarubedömningen. Alla dessa certifieringar främjar ett material som har både miljö- och hälsoaspekter i åtanke redan från början av sin livscykel. I sitt arbete med framtagning av nya betongrecept har Thomas Betong AB därför utvecklat en betong som de kallar "Miljöbetong" eller FBLC-betong. FBLC står för Färdig Betong Low Carbon och innebär att betongen har betydligt mindre miljöpåverkan och kan reducera koldioxidutsläppen upp till 50 % jämfört med annan likvärdig standardbetong. Skillnaden är att cementen delvis byts ut till flygaska, slagg och kalkstensfiller, produkter med mindre klimatpåverkan (Färdig Betong, u.å). Detta görs då cement är den mest bidragande faktorn till koldioxidutsläpp i betongtillverkning, upp till 80 % av utsläppen kommer från cementtillverkningen. Den cement som Thomas Betong använder sig utav kallas för Portlands cement och är den vanligaste typen av cement (Färdig Betong, 2013), (Burström, 2007).

Flygaska och slagg är två restprodukter från järn- och kolindustrin som har liknande bindande egenskaper som cement. Dessa två restprodukter ersätter cementen vid betongtillverkning vilket leder till reducerat koldioxidutsläpp, mindre risk för sprickbildning, sulfatresistens och täthet mot syror och klorider (Carlsson, 2014).

Flygaska har en lägre densitet än cement vilket leder till att betong innehållande flygaska blir lättare att pumpa men även lättare att vibrera då betongen bearbetas. En nackdel är emellertid att betongen får en längre bindetid vilket betyder att härdningsprocessen kan ta längre tid beroende på vilka andra tillsatsmedel som betongen också innehåller (Teknologiskt Institut, u.å).

Masugnsslagget Thomas Betong använder sig utav heter "Slagg Bremen" och är en mald granulerad masugnsslagg, en restprodukt från järnindustrin i Tyskland. Slagg Bremen används som tillsatsmaterial/bindemedel och ger betongen egenskaper i form av mindre koldioxidutsläpp tack vare minskad mängd cement, bättre pump- och arbetbarhet, minskad risk för sprickbildning, ljusare betongfärg och en jämnare yta samt ökad beständighet mot olika kemiska reaktioner (Thomas Cement, 2014). Utsläppen för Slagg Bremen beräknas till cirka 30 kg CO₂ per ton, vilket kan jämföras med cirka 730 kg för cement (Grändås, 2012).

Kalkstensfiller nyttjas precis som flygaskan och slagget för att sänka cementhalten för att på så vis minska klimatpåverkan men även för att ge betongen en jämnare kvalitet vilket leder till minskad mängd spill och bättre hållfasthet (Nordkalk, 2016).

2.1.1 Tungmetallhalter i Portlandscement och Slagg Bremen

I en analys från år 2012 gjord av M. Grändås, miljöchef på dåvarande Färdig Betong AB, framgick tungmetallhalterna i de två komponenter i betongen som har högst föroreningshalt, nämligen Portlandscement och Slagg Bremen. Resultatet visas i nedanstående tabell och den fullständiga analysen redovisas i bilaga 1.

Tabell 1. Tungmetallhalter i Slagg Bremen och Portlandscement (Grändås, 2012).

Ämne	Slagg Bremen [mg/kg]	Portlandscement [mg/kg]
Arsenik (As)	< 5	5
Bly (Pb)	< 5	20
Kadmium (Cd)	< 1	0,2
Kobolt (Co)	< 5	15
Koppar (Cu)	< 5	20
Krom (Cr)	55	50
Krom VI (Cr ⁶⁺)	< 0,2	2
Kvicksilver (Hg)	< 0,005	< 0,05
Nickel (Ni)	< 5	50
Vanadin (V)	105	60
Zink (Zn)	5	300

2.2 Tillverkning och resthantering av betong

I detta avsnitt kommer de processer som verkar under den färska betongens tillverkning och resthantering att behandlas och förklaras.

Tillverkningsprocessen går tillväga på liknande vis i samtliga fabriker med endast små skillnader för att producera betongen, således är detta tillägnat ett gemensamt avsnitt. Det som kan differentiera är resthanteringsprocessen, som här har delats in i de olika fabriker som studerats under olika studiebesök. Det som gör att resthanteringsprocesserna kan se olika ut beror på den anläggning som används, vilken kan variera i modernitet och effektivitet, som sedan påverkar restmaterialet som slutprodukt.

För att få en överblick av dessa processer genomfördes en intervju med A. Lundberg (5 februari, 2016) som är produktionschef för väst. I samband med denna utfördes även ett studiebesök på Ringöns fabrik belägen i Göteborg.

2.2.1 Tillverkningsprocessen

Lundberg förklarar att vid tillverkning av färsk betong utgås det från företagets framtagna recept för olika ändamål, där olika mängder av delmaterialen ingår. Ballasten är sorterad efter storlek och slag, vilken förvaras i olika silos i fabriken. Vidare berättar Lundberg att vid blandning av betong används ett processtyrningssystem där de olika ingredienserna vägs upp per automatik efter det utvalda receptet enligt kundens önskemål, som sedan blandas till en betongmassa. Denna färdiga betongprodukt förs sedan ned i roterbilen och distribueras ut till kunden.

2.2.2 Resthanteringsprocessen Ringön

Vid studiebesöket beskriver Lundberg ingående Ringöns resthanteringsprocess och dess olika delar. Lundberg klarlägger att när en bil återvänder till den fabrik den ursprungligen kom ifrån används spolvatten för att skölja ur restmaterialet som finns kvar i betongbilens tank. Spolningen är uppdelad i två steg där först en grovsköljning sker för att sedan avsluta med en finsköljning för att säkerställa att allt material töms ut. Om bilen har returbetong i tanken töms detta ur i samband med att grovspolningen genomförs. För att hålla miljön i åtanke berättar Lundberg att vattnet, efter rening, återanvänds till avspolning av nya bilar vilket skapar ett kretslopp. Vidare informerar Lundberg att på Ringöns fabrik leds det urspolade materialet till en tvättstation som separerar materialet från de olika spolningarna beroende av storleken på fraktionerna. Det slutgiltiga resultatet blir en del tvättad ballast och en del bestående av det finare kornen och cement som till utseendet liknar en grå lera.

I figur 1 nedan visas resthanteringsprocessen. Grovsköljningen sker i rännan längst till vänster (1) och finsköljningen i baljan till höger (2). Tvättningen ger två separata fraktioner, den som syns till höger är den tvättade ballasten (3) och längst till vänster syns den grå lermassan som framförallt består utav cementrester (4).



Figur 1. Ringöns restbetongsanläggning. (Isaksson, Nilsson, 2016).

Vid ett nytt samtal med A. Lundberg (4 maj, 2016) delges att fabriken på Ringön kommer under 2016, med start i maj, påbörja en omfattande ombyggnation och innefattar då bland annat en ny spolanläggning. Det nya systemet kommer att rena och behandla använt spolvatten till nytt processvatten och en restprodukt som skapas är tvättad ballast som också kan återanvändas i betongtillverkningen förklarar Lundberg. Den andra restprodukten som fås av anläggningen är de sedimenterade massorna som kräver ett annat avsättningsområde och kan därmed inte återanvändas i produktionen.

2.2.3 Resthanteringsprocessen Kungälv

För att få en inblick i resthanteringsprocessen på fabriken i Kungälv genomfördes ett studiebesök tillsammans med den ansvariga driftledaren på fabriken, J. Andersson (26 februari, 2016).

Kungälvs fabrik har i jämförelse med Ringöns fabrik en mindre tillverkningsvolym av färsk betong. Ringön producerar cirka fem gånger mer färsk betong per år jämfört med fabriken i Kungälv (Thomas Concrete Group, 2016).

Under studiebesöket visar Andersson hur spolmassorna hanteras i resthanteringsprocessen. Återkommande betongbilar fyller först rotertrumman med cirka 1-3 m³ vatten från en vattentank bestående av vatten från sedimentbassängernas sista steg. Sedan spolas trumman ur vid en manuell spolstation som visas i figur 2. Fraktionerna 8-16 mm samlas upp i den första bassängen i reningsprocessen, vilket motsvarar de största fraktionerna i betongen.



Figur 2. Rengöring av rotertrumma i Kungälvs restbetongshantering. (Isaksson, Nilsson, 2016).

Från denna bassäng rinner vattnet vidare till nästa steg i processen och fraktionerna sjunker till botten för att sedimenteras. Fortsättningsvis förklarar Andersson att i reningsprocessen sedimenteras de finare fraktionerna och vattnet renas steg för steg. I sista bassängen är vattnet klart utan föroreningar med endast ett förhöjt pH-värde som oftast ligger mellan 8-11. Detta vatten pumpas sedan vidare upp till en vattentank, som visas i figur 3 nedan, vilket skapar ett kretslopp i resthanteringsprocessen. I de olika sedimentbassängerna samlas materialet på botten som sedan forslas bort med hjälp av en grävmaskin några få gånger om året.

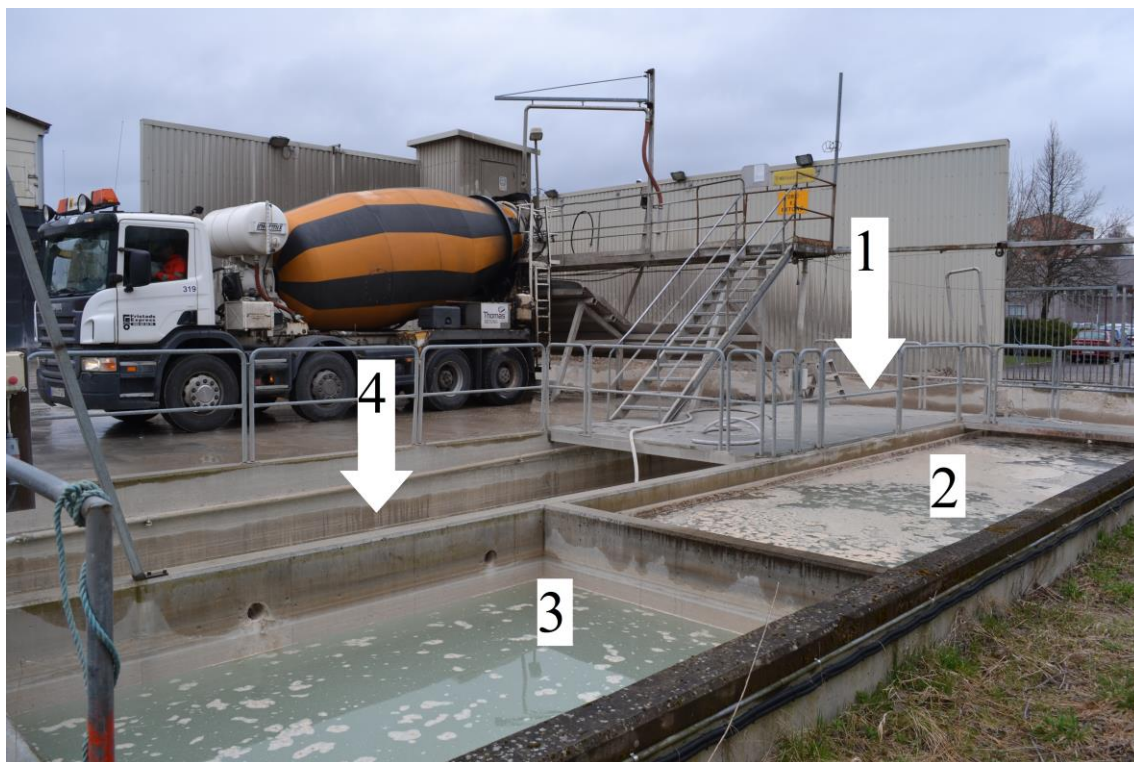


Figur 3. De olika sedimenteringsstegen, vattentank markerad i höger hörn. (Isaksson, Nilsson, 2016).

Dessa massor transporteras till granntomten som ägs utav NCC Recycling. På NCCs bergtäkt deponeras sedan massorna till en kostnad av 65,30 kr per ton exklusive moms. Även Thomas Betongs fabrik i Stenungsund lämnar sin restbetong till samma bergtäkt. Andersson tillägger att Kungälv's fabrik inte har kapacitet att ta emot stora mängder returbetong eftersom det skulle fylla sedimentbassängerna alldeles för snabbt. Lösningen är att returmassorna direkt körs till deponering på bergtäkten. Alternativt om den inkommande returbetongen har samma egenskaper som nästkommande betongbeställning kan nyproducerad betong tillföras i samma tank som returbetongen för att direkt skickas till den nya beställningen. På så vis undviks deponering av den inkommande returbetongen vilket är en fördel ur både miljö- och ekonomisk aspekt som innebär minskade deponikostnader samt en ekonomisk vinst eftersom Thomas Betong får betalt för returbetongen två gånger förklarar Andersson.

2.2.4 Resthanteringsprocessen Borås

Den 15 april 2016 genomfördes ett studiebesök på Thomas Betongs fabrik i Borås tillsammans med processoperatör P. Andersson. Andersson visade och förklarade att Borås fabriks resthanteringsanläggning består utav ett sedimenteringssystem i tre reningssteg innehållandes fyra sedimentbassänger vilket kan ses i figur 4.



Figur 4. Översikt sedimentbassänger i Borås. (Isaksson, Nilsson, 2016).

När en betongbil återvänder till fabriken och skall rengöra rotertrumman fyller den först på trumman med återvunnet renat vatten från bassäng 3 via en pumpanordning. Restbetongen spolas ur och trummans innehålls töms sedan ned i den första sedimentbassängen (1), se figur 5. I denna bassäng sjunker merdelen av ballasten till botten och resterande slam fortsätter till nästkommande steg (2).



Figur 5. Tömning i den första sedimentbassängen. (Isaksson, Nilsson, 2016).

I den sista bassängen är vattnet klart och har ett pH-värde på ungefär nio. Detta vatten används till tre olika ändamål. Som redan nämnts kan rotertrumman fyllas på innan spolning och därmed används vattnet till spolvatten, ett annat alternativ är att återanvända vattnet i nyproduktion av färsk betong i fabriken. Det tredje alternativet är att vid innehav av för stora volymer renat vatten tillåts en del att rinna ut i den närbelägna ån Viskan genom en filtreringsbädd.

Spolmassor som sedimenterats i den första bassängen grävs ur vid behov och samlas på hög tills ett åkeri hämtar massorna. Spolmassorna används till fyllnadsmaterial och Thomas Betong betalar 35 kr per ton för bortförslagen av materialet. I den andra bassängen är massan väldigt blöt och svår att hantera på samma sätt som massorna från första bassängen, därför har de valt att låta en slambil komma och suga upp massan cirka en till två gånger per år.

Andersson tillägger att spolanläggningen inte har möjlighet att ta emot stora mängder returbetong, utan därför körs dessa massor direkt till deponi för 75 kr per m³. Innehar returbetongen samma recept som nästa betongbeställning kan den återkommande bilen fyllas på och köras till den nya beställningen. Enligt Andersson görs detta relativt ofta och ungefär 2,5 m³ betong sparas på detta vis varje vecka. I Borås har returbetongen även ett annat avsättningsalternativ, vilket är att gjuta en sorts kub som till exempel kan användas som väghinder, se figur 6.



Figur 6. Väghinder av returbetong. (Isaksson, Nilsson, 2016).

3 Kartläggning av hantering

Thomas Betong har, som tidigare nämnts i avsnitt 1.1, delat in sina svenska fabriker i olika områden och verkar som produktionsområdena mitt, väst, syd och Stockholm. För att kartlägga mängden restbetong och hur den hanteras på de olika fabrikerna har programmet QlikView granskats och diskussioner med driftledare har genomförts. QlikView är en programvara Thomas Betong använder sig utav för att redovisa kostnader och betongmängder för alla sina svenska fabriker. Information från QlikView gav en övergripande bild av ungefärliga massor som hanteras vid de olika fabrikerna och områdena. För att säkerställa att korrekta siffror användes mailades de fabriksansvariga på alla Thomas Betongs fabriker. De siffror som presenteras nedan är de svar som erhöles. Vidare kontakt med de ansvariga var även nödvändig för att få reda på hur de praktiskt hanterar sin restbetong och vilka avsättningsområden som tillämpas.

För att få en så tydlig bild som möjligt av hur betongen tas omhand delas restbetongen upp i spolmassor och returbetong, detta för att de utgör olika kostnader för företaget men även att de kan hanteras på olika sätt. Enligt J. Carlsson (personlig kommunikation, 8 februari 2016), som arbetar med produkt- och teknikutveckling på Thomas Betong, innehåller spolmassorna en mindre andel ballast jämfört med returbetongen, vilket gör att den kan anses vara mer lätthanterlig i resthanteringsprocessen.

Generellt sett i betongindustrin kan betongproducenter använda sin restbetong för att generera ett utbyte med ett annat företag. Detta innebär att producenten inte behöver hantera deponering av materialet och den andra parten får ett billigt material att använda för sina avsedda ändamål, vilket skapar ett gynnsamt samarbete för de båda. Utbytet kan i vissa fall styras av kommunen, där miljönämnden eller -förvaltningen beslutar hur byggnadsmaterial och dess avfall ska hanteras inom respektive kommun. I diskussion med E. Lindén, handledare och KMA-chef på Thomas Betong (8 januari, 2016) menar han att i vissa av dessa kommuner har miljönämnden bestämt att återanvändning av restbetongen inte får ske till nya ändamål utan endast deponering av materialet är ett alternativ. Dessa bestämmelser är olika för enskilda kommuner och kommer i de följande avsnitten att klargöras för att sträva mot enhetliga regler att följa som gynnar alla parter och även miljön.

3.1 Spol- och returmassor på fabrikerna

Fabriker där data har insamlats ifrån är belägna i 13 olika städer och representerar de fyra områdena som Thomas Betongs fabriker följer. I tabell 2 nedan presenteras de mängder fabrikerna angav att de tillhandahöll det senaste året. Även här har materialet separerats genom att delas upp i spolmassor och returbetong. Under avsnitt 3.2 och även kapitel 5 kommer anledningen till separation framgå tydligare eftersom spol- och returmassorna kan vara mer eller mindre önskade inom vissa avsättningsområden på grund av sina egenskaper.

Tabell 2. Mängder returbetong och spolmassor på fabriker.

Fabrik/ Mängd	Returbetong per år [m ³]	Deponerad returbetong per år [m ³]	Spolmassa per år [ton]	Deponerad spolmassa per år [ton]
SYD				
Karlskrona	20	20	80	80
Malmö	1780	0	1680	0
VÄST				
Alingsås	50	50	480	360
Falköping	24	0	230	0
Kungälv	130	130*	747	747*
Skövde	122	0	1190	0
Stenungsund	250	250*	1310	1310*
Värö	30	0	200	0
MITT				
Avesta/Saxbo	120	30	550	0
STOCKHOLM				
Huddinge	900	900	2500	2500
Märsta	800	800	2000	2000
Rotebro	1500	1500	6000	6000
Uppsala	1000	1000	3000	3000

* Volymerna tas emot av privatägt företag, exempelvis NCC Recycling, som deponerar massorna

3.2 Avsättningsområden som appliceras idag

I de fabriker som granskades används olika lösningar för att hantera sitt restmaterial vilket kan skilja sig åt över landet då fabrikerna har olika förutsättningar både ur logistiska och miljömässiga aspekter.

Restbetongen betraktas som ett avfall och erhåller en avfallskod, därför behandlas den på ett speciellt sätt. Om materialet ska deponeras, vilket det görs i många kommuner, skall Naturvårdsverkets författningssamling *NFS 2004:10* följas och materialet ska inledningsvis genomgå en grundläggande karakterisering. Detta innebär att avfallsproducenten ska samla uppgifter om avfallens egenskaper och information kring producenten tas fram. Även en slutgiltig kontroll av avfallet och dess potentiella lämplighet för att återvinnas eller materialutnyttjas ska genomföras. Om avfallet på något vis ändras skall en ny grundläggande karakterisering genomföras för att avfallet ska kunna deponeras på rätt sätt (Naturvårdsverket, 2004).

Nedan presenteras de avsättningsområden som de olika fabrikerna använder sig utav idag uppdelat i de fyra huvudområden fabrikerna följer. För att göra denna sammanställning har ansvariga på varje fabrik kontaktats för mer ingående information om hur de avsätter sitt material.

3.2.1 Syds avsättningsområden

Vid kontakt med Malmö fabriks driftledare C. J. Schyllert (8 februari, 2016) konstaterades det att Malmö har en för företaget unik avsättning. Schyllert skriver att en återvinningsfirma tar emot all restbetong och gjuter betongklossar utav returbetongen och spolmassorna används till fyllnadsmaterial.

Karlskronas fabriksansvarig H. Abrahamsson (16 februari, 2016) meddelar att både deras spolmassor och returbetong deponeras.

3.2.2 Västs avsättningsområden

I kontakt med M. Sköld (3 februari, 2016) framgick det att vid Alingsås fabrik deponeras all returbetong medan cirka 25 % av spolmassorna, som motsvarar 120 ton, levereras till kund som använder massan till byggnation av skogsväg där Thomas Betong står för fraktkostnaden. Resterande mängd spolmassa deponeras.

B. Karlsson, ansvarig driftledare underrättar den 3 februari 2016 att i Falköping deponeras inget av massorna. Returbetong och spolmassor återanvänds av en kund verksam inom byggindustrin som fyllnadsmaterial.

Vid studiebesök, som nämns tidigare i avsnitt 2.2.3, och mailkontakt med J. Andersson (3 februari, 2016) framgick det att Thomas Betongs fabrik i Kungälv ligger placerad intill en bergtäkt som ägs av NCC Recycling. Andersson förklarar att NCC tar emot all restbetong från både fabriken i Kungälv och fabriken i Stenungsund till en kostnad av 65,30 kr per ton exklusive moms. Avsättningen innebär att NCC skapar ett upplag med materialet för eventuellt framtida bruk. Andersson tillägger att om en betongbil innehåller returbetong med samma recept som nästa leverans kan denna bil fyllas på och levereras till kund. På så sätt undviks avsättning av just den returbetongen.

B. Karlsson informerar den 3 februari 2016 att vid fabriken i Skövde deponeras för närvarande inget material alls. Returbetong och spolmassor återanvänds som fyllnadsmaterial, kunden är en byggnadsfirma och Thomas Betong AB betalar för frakten, vilken är 550kr/timme med en lastkapacitet på åtta ton. Karlsson berättar att sist de deponerade restbetong betalades 100kr/ton + 550kr/timme i fraktkostnad.

H. Larsson, ansvarig driftledare i Stenungsund underrättar den 5 februari 2016 att fabriken restbetong lämnas till samma plats, NCC Recycling, och till samma pris som Kungälvs fabrik, 65,30 kr/ton exklusive moms + frakt.

Ur kontakt med ansvarig driftledare för fabriken i Värö, M. Stafström (4 februari 2016) framgick det att de varken deponerar returbetong eller spolmassor, utan alla massor hämtas av bönder och entreprenadfirmor som framförallt använder restbetongen som utfyllnad. Stafström berättar även att då kunden inte själv har möjlighet att avhämta materialet betalar Thomas Betong för frakten.

3.2.3 Mitts avsättningsområden

Ansvarig driftledare för fabriken i Västerås, T. Erixon, berättade i samtal (1 mars, 2016) att Västerås fabrik deponerar alla sina spol- och returmassor, dock kan det förekomma att bönder

hämtar en del för eget bruk. År 2015 deponerades totalt 5300 ton restbetong till ett pris av 17kr/ton + fraktkostnad.

3.2.4 Stockholms avsättningsområden

Produktionschef M. Persson klargör den 3 mars 2016 om avsättningssituationen för fabrikerna i Stockholmsområdet, som innefattar Märsta, Huddinge, Rotebro och Uppsala. Persson informerar att de i grunden behandlar sina retur- och spolmassor på samma sätt i hela Stockholmsområdet, vilket innebär att alla massor deponeras. Persson tillägger om undantaget för Märsta och Rotebro där markägare tar emot vissa mängder returbetong från fabrikerna där Thomas Betong AB står för fraktkostnaden till kunden.

4 Lagar och föreskrifter vid resthantering

Avsnitt 4.1 nedan kommer att klarlägga de relevanta och befintliga bestämmelser som vidare delar av examensarbetet berör, detta för att skapa en tydlig grund då hanteringen av restbetongen kan komma att styras utav dessa.

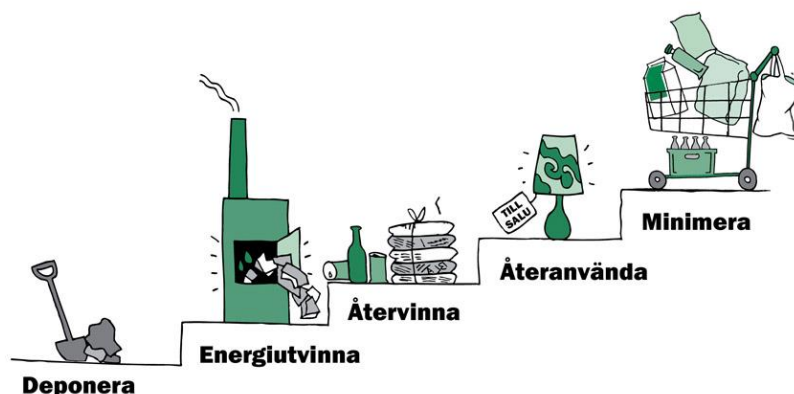
Kommuner där Thomas Betongs fabriker är belägna har kontaktats angående de bestämmelser de använder sig utav vid situationer där de hanterar restbetong. Då restbetong har en avfallsklassning benämns den i vidare avsnitt ofta som betongavfall, vilket då avser samma material som tidigare i examensarbetet.

4.1 Lagar och föreskrifter

De lagar och föreskrifter som omnämnda kommuner följer eller tar hjälp av är främst miljöbalken, Naturvårdsverkets handbok för anläggningsarbeten samt Naturvårdsverkets handbok i klassificering av avfall. Då materialet avses att deponeras tas Naturvårdsverkets författningssamling till hjälp för att utföra korrekta tester av materialet.

4.1.1 EU-direktiv

För att styra hur avfallet skall tas om hand har Sverige i miljöbalken antagit EU-direktivet ”avfallstrappan” eller ”avfallshierarkin”. Trappans syfte är visa prioritering för att minska mängden avfall och består utav fem steg (Naturskyddsföreningen, 2015).



Figur 7. Avfallstrappan (Tjörns kommun, 2016). Återges med tillstånd.

Det översta steget, minimering, är att eftersträva och det sista, deponering, innebär att avfallet läggs på hög vilket skall undvikas i största möjliga mån (Naturskyddsföreningen, 2015). Avfall ska hanteras på ett miljö- och hälsomässigt säkert sätt och ska gå till deponi när det inte är miljömässigt befogat eller rimligt ur ekonomisk synpunkt att återvinna eller återanvända, exempelvis då avfallet innehåller förorenade ämnen (Naturvårdsverket, 2016a).

4.1.2 Miljöbalken

Miljöbalken (MB, SFS 1998:808), 15 kap 1§ ” Med avfall avses varje föremål eller ämne som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med. Ett ämne eller föremål som blivit avfall upphör att vara avfall, om det har hanterats på ett sätt som innebär återvinning och uppfyller krav i fråga om fortsatt användning enligt föreskrifter som har meddelats med stöd av 9 eller 28 §. Lag (2011:734)”.

Lag (2011:734) 9 § fastställer att regeringen får överlåta åt de enskilda kommunerna att underrätta föreskrifterna om hanteringen av avfall, skyldigheter för kommunerna att avlämna information om hantering av avfall och om innehållet i avfallsplanerna. Miljöbalken hänvisar ansvaret för hantering av avfall till kommunerna själva och det är upp till varje enskild kommun att hantera de situationer som uppstår i samband med återanvändning av material.

4.1.3 Naturvårdsverket: Återvinning av avfall i anläggningsarbeten

Ur Naturvårdsverkets handbok 2010:1 *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten* framgår det på vilket sätt avfallet skall hanteras för att ske ur ett miljö- och hälsomässigt säkert perspektiv genom att först definiera om avfallets föroreningsrisk är mindre eller större än ringa. För att risken ska antas vara mindre än ringa måste nedanstående tre kriterier vara uppfyllda:

- Avfallets nivåer av oönskade ämnen underskrider Naturvårdsverkets framtagna värden
- Att avfallet inte innehåller andra föroreningar i den utsträckningen att risken påverkas
- Att avfallet inte används i ett område där särskild aktning krävs, exempelvis i vattenskyddsområden och Natura 2000-områden

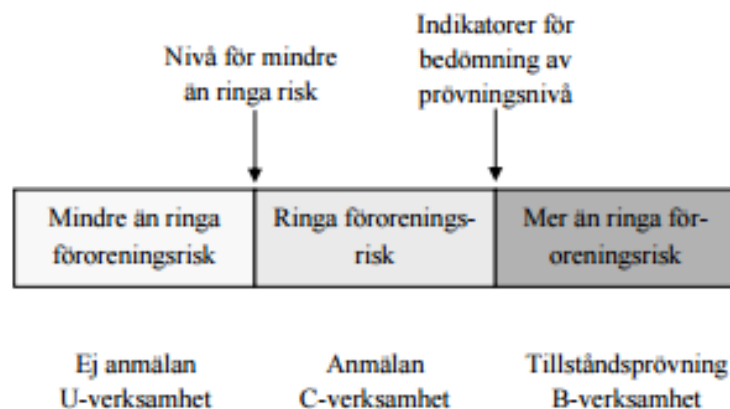
Då föroreningsrisken är mindre än ringa anser Naturvårdsverket att avfallet kan återanvändas i anläggningssyfte utan att anmälan till den kommunala nämnden krävs (Naturvårdsverket, 2010a).

I tabell 3 nedan kan halterna av föroreningsämnena utläsas, vilka inte får överskridas om avfallet ska kunna klassas som mindre än ringa risk (Naturvårdsverket, 2010a).

Tabell 3. Hösta tillåtna halter av föroreningar (Naturvårdsverket, 2010a). Återges med tillstånd.

Ämne	Halter i mg/kg TS	Utlakning C ₀ 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	-	-

Överskrider provtagningen halterna i tabellen ovan betyder det att avfallet klassas som ”ringa föroreningsrisk” och kan förorena mark, vattenområde eller grundvatten. I detta fall skall en anmälan göras enligt miljöprövningsförordningen 29 kap 14 §, 14 § Anmälningsplikt C och verksamhetskod 90.140 som behandlas av den kommunala miljönämnden vars uppgift är att kontrollera verksamheten (Naturvårdsverket, 2010a).



Figur 8. Översikt, klassningar av verksamheter (Naturvårdsverket, 2010a). Återges med tillstånd.

Materialet kan även få klassningen ”mer än ringa föroreningsrisk”, som visat i figur 8 som den högsta nivån, då provhalterna överstiger gränsvärdena. Verksamheten kallas för en B-verksamhet eller ”tillståndspliktig verksamhet”. Det som skiljer en C- och en B-verksamhet är en rad indikatorer som Naturvårdsverket har sammanställt, vilka används som riktpunkter vid bedömning. Exempel på faktorer kan vara hur hög halten av förorening som uppmättes var, storleken på anläggningen, behov av skyddsåtgärder samt omgivningskontroller. En B-verksamhet söker sitt tillstånd för att bedriva arbete hos länsstyrelsen där det är miljöprövningsdelegationen som har tillsyn över verksamheten. Även en miljörapport ska redogöras till tillsynsmyndigheten varje år enligt 26 kap 20§ miljöbalken (Naturvårdsverket, 2010a).

4.1.4 Naturvårdsverket: Klassificering av avfall

Naturvårdsverket har upprättat en vägledning som klargör hur en klassificering av farligt avfall kan gå till. En generell regel som vanligtvis appliceras är att farligt avfall avser det material som är explosivt, brandfarligt, frätande, smittförande eller giftigt för levande ting. Även kasserade rester av kemikalier med farlighetsmärkning räknas till farligt avfall (Naturvårdsverket, 2013). För att fastställa klassning på avfallet sammanställs detaljerad information kring materialet och berör bland annat dess ursprung, process, innehåll och funktion. Vidare i klassificeringsprocessen väljs den lämpligaste koden i avfallsförteckningen genom att använda den så kallade 3-stegsmetoden (SFS 2011:927, Bilaga 4: Avfallstyper). Genom att först söka efter koden i avfallsförteckningen som representerar avfallskällan, kan sedan en underkategori fastställas för att till slut konstatera den slutliga avfallskoden som beskriver materialet bäst i den underkategori som valts. 3-stegsmetoden följer enligt nedan:

- Huvudkategori, redogör för avfallets källa
- Underkategori, översiktlig kring avfallets typ
- Slutkategori, beskriver avfallets typ mer ingående

Utöver dessa steg ska sedan avfallet utvärderas enligt 14 egenskaper som Naturvårdsverkets vägledningsrapport omnämner, se bilaga 2. Dessa syftar till avfallets innehåll på farliga ämnen och betraktar varje enskilt fall utifrån dess förutsättningar. När avfallsproducenten sedan har klassat sitt material enligt Avfallsförordningen (SFS 2011:927) ska

tillsynsmyndigheten göra en vidare bedömning av klassificeringen som godkännande (Naturvårdsverket, 2013).

4.1.5 Naturvårdsverkets författningssamling

Naturvårdsverkets författningssamling fungerar som en vägledning gällande deponering av avfall och innehåller bland annat krav kring provtagning och dess metodik, insamling och mätning av materialet. Den innefattar även hur en grundläggande karakterisering ska utföras samt vilka uppgifter den bör innehålla. Den grundläggande karakteriseringen är ett krav för allt avfall som skall deponeras och innehåller följande information:

- Avfallets ursprung och avfallsproducentens identitet
- Vilken process som gett upphov till avfallet
- Om avfallet genomgått någon behandling eller process
- Egenskaper om avfallet som lukt, lakningsegenskaper, struktur och färg
- Materialets avfallskod enligt avfallsförordningen
- Om det utgör farligt avfall eller inte och vilka slags deponier som kan ta emot materialet
- Om extra skyddsåtgärder behöver vidtas för avfallet
- En undersökning av avfallets möjligheter för återanvändning och återvinning ska bifogas till den grundläggande karakteriseringen.

Dessa uppgifter skall redovisas och dokumenteras genom ett antal tester och prover som beskrivs i författningens bilaga 1 genom analyser enligt svensk standard för att sedan sparas i 10 år (Naturvårdsverket, 2004).

4.2 Resthantering hos olika kommuner

Nedan följer de svar som erhållits från diskussion med behörig kommunanställd för varje kommun där Thomas Betongs fabriker är belägna. Vid kontakt har först en kort beskrivning av materialet gjorts för att sedan fråga kring de lagar eller föreskrifter som den individuella kommunen använder sig utav vid all hantering av restbetong, och i sådana fall, vad de kräver av betongproducenten och de konsumenterna som till sist skall använda avfallet. Även förslag på avsättningsområden har nämnts till de kontaktade i form av vägfyllnadsmaterial, täckning på deponier och jordbrukskalkning för att de ska bilda sig en uppfattning om huruvida materialet avses användas i framtiden.

4.2.1 Arvika

Miljöskyddsinspektör H. Svensson (12 april, 2016) beskrev Arvika kommuns tillvägagångssätt vid återanvändning av restbetong beroende på avsättningsområde. Skall betongen användas i anläggningsändamål hänvisar Svensson till miljöprövningsförordningen som fastslår att en anmälan till kommunen ska göras av verksamheten enligt 29 kap 14 § miljöprövningsförordningen, verksamhetskod 90.140 ifall risken för förorening av vatten och mark är ringa. Är risken mer än ringa krävs en ansökan till Länsstyrelsen utföras om tillstånd för verksamheten enligt 29 kap 13 § miljöprövningsförordningen, verksamhetskod 90.130. Varje anmälan bedöms utifrån sina förutsättningar vilket leder till att olika handlingar kan inkrävas att skickas in från fall till fall beroende på faktorer som den aktuella terrängen, om det finns närliggande dricksvattentäkter etcetera. Ett analysprov som anger halterna för tungmetaller i betongen bör finnas med. Svensson tillägger att det dessutom måste finnas ett

tydligt syfte med användningen av restbetongen, finns inte detta skall den deponeras dit det finns tillstånd för sådan deponering.

Vad gäller användning av restbetong till tätskikt på deponier tydliggjorde Svensson att det är upp till var deponis verksamhetsutövare att bestämma vad som är tillåtet enligt dennes tillstånd för verksamheten. I ansökan kan verksamhetsutövaren definiera på vilket sätt sluttäckningen ska ske.

4.2.2 Avesta

Västmanland-Dalarna miljö- och byggförvaltning, som ingår i Avesta kommun, har enligt miljöinspektör L. Markfjärd (15 mars, 2016) inga krav på dokumentation vid avsättning av restbetongen när det inte gäller användning i närhet av känsliga områden, såsom dricksvattentäkt, med anledning av försiktighetsprincipen. Det gäller för såväl återanvändning som bortskaffning av materialet.

Markfjärd berättar att den vanligaste avsättningen för restbetongen i kommunen är användning som utfyllnad vid vägbyggnation.

4.2.3 Alingsås

I samtal med S. Dahlgren, anställd på miljöskyddskontoret i Alingsås (11 april, 2016), förklarade han att de i kommunen följer Naturvårdverkets handbok 2010:1, *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten* vid tillfällen avseende anläggningsarbeten.

Dahlgren klargör att den som avser att använda materialet även måste göra en ansökan om tillstånd till Länsstyrelsen för transport av avfall. Vid ansökan ska administrativ information om verksamheten uppges, uppgifter om avfallet redovisas samt besked kring transportlösningar uppges till den länsstyrelse där verksamheten har sitt huvudsakliga kontor. Om verksamheten är mer utspridd behöver endast en ansökan lämnas in i ett län (Länsstyrelserna, 2016).

Vid transport av farligt avfall som överstiger 100 kg per år krävs ett speciellt tillstånd från länsstyrelsen och anteckningar om avfallets ursprung, metoder som används vid bortskaffning och/eller återvinning, mängder samt plats för upplag av avfall vid bortskaffning redogöras för enligt Avfallsförordningen (SFS 2011:927). Om restbetongen inte är av farlig karaktär är dessa anteckningar inget krav enligt lagstiftning men redovisning kring de kriterier materialet uppfyller för att inte klassas som farligt ska genomföras och redovisas för Alingsås kommun.

4.2.4 Huddinge

I Huddinge kommun har kontakt tagits med miljöinspektör I. Mattson (7 mars, 2016). Mattson hänvisar till 15 kap 5a§ miljöbalken och skriver att den som innehar ett avfall alltid har ett ansvar att se till att avfallet hanteras på ett hälso- och miljömässigt godtagbart sätt. Producenten av avfallet, i detta fall betongtillverkaren, har ett ansvar att skaffa sig kunskap om avfallet och även klassa det enligt avfallsförordningen. Det är dock verksamhetsutövaren, den som planerar att bruka materialet, som har ansvar för att bedöma föroreningsrisken. För att göra denna bedömning behövs ofta uppgifter om avfallets egenskaper och innehåll såsom lakbarhet, reaktivitet, nedbrytbarhet och om det innehåller några metaller eller kemikalier för att kunna dra en slutsats. Utöver dessa uppgifter är inte avfallsproducenten skyldig till att göra

någon anmälan eller lämna in andra dokument berättar Mattson, utan det är endast verksamhetsutövaren som kan göras skyldig till att lämna in väsentlig dokumentation. Denna information kan exempelvis röra avfallens ursprung, vad avfallet består utav, klassificering enligt avfallsförordningen och om provtagning av avfallet skett i enighet med Naturvårdverkets handbok 2010:1, *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten*.

4.2.5 Karlskoga

I samtal med E. Björn (2 maj, 2016) kan det konstateras att vid användning till anläggningsändamål appliceras Naturvårdverkets handbok 2010:1 *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten*. För andra avsättningsområden är det oftast upp till betongproducenten att kontrollera och tillhandahålla de väsentliga halter och värden i materialet som kan vara av intresse för konsumenten och kommunen. Då önskan är att sälja restmaterialet är detta tillåtet i Karlskoga kommun, dock ska betongproducenten försäkra sig om att konsumenten som köper materialet har tillstånd för att bruka det.

4.2.6 Karlstad

J. Andersson, som är anställd på miljökontoret i Karlstad, förklarade i en intervju (7 april, 2016) att i Karlstad kommun följs Naturvårdverkets handbok 2010:1 *Återvinning av avfall för anläggningsarbeten* eftersom materialet är avfallsklassat och ska därför användas för just dessa ändamål. Andersson förtydligar att vid intresse av avsättning för andra ändamål, exempelvis kalkning eller deponitäckning skall kommunen avgöra lämpligheten och godkänna användningen i fall till fall. Om avfallet däremot deponeras på en avfallsanläggning finns det speciella krav informerar J. Svensson, deponichef på Karlstad kommun (17 mars, 2016). Avfallsanläggningen i fråga måste ha tillstånd att ta emot vissa sorters avfall, dessutom skall ett laktest och en grundläggande karakterisering genomföras enligt Naturvårdverkets författningssamling NFS 2004:10 (Naturvårdsverket, 2004).

4.2.7 Köping

Vid kontakt med Köpings kommuns miljöinspektör E. Johannesson (7 mars, 2016) framgår det att de följer Naturvårdverkets handbok 2010:1 *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten* vid hantering av restbetong i anläggningssyfte. Dock tillägger Johannesson att tillämpandet av Naturvårdverkets handbok inte är helt självklar i alla delar men att de i de flesta fall följer den.

4.2.8 Stenungsund

Stenungsunds miljöchef F. Cederholm (7 mars, 2016) konstaterade att restbetongen får användas som jordbrukskalkning, väggfyllnadsmaterial och tätskikt på deponier om materialet är fritt från tungmetaller, exempelvis sexvärt krom och restbetongen endast har ett förhöjt pH-värde. Cederholm förklarar även att ifall större mängder restbetong ska hanteras kan Stenungsunds kommun kräva en anmälan om användning enligt Naturvårdverkets handbok 2010:1 *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten*. Detta speciellt då det rör sig om att placera massorna intill en känslig recipient, exempelvis i ett vattenskyddsområde.

4.2.9 Sunne

I Sunne kommun återanvänds vanligtvis den färska betongen som ny betong med lägre krav på kvalitet när den kommer i retur till fabriker enligt miljöinspektör Å. Bergqvist (9 mars,

2016). Återanvänds inte betongen tillåts den härda och lämnas sedan vidare till entreprenör som kan krossa den och använda till andra användningsområden som exempelvis vägutfyllnadsmaterial. Bergqvist förklarar också att de i miljönämnden anser att miljörisken med restbetongen är mindre än ringa och därför inte anmälningspliktig för återanvändning till kommunen enligt miljöprövningsförfordningen.

4.2.10 Sölvesborg

Miljöinspektör S. Johansson representerar miljöförbundet Blekinge Väst där Sölvesborg är en av flera kommuner som ingår i förbundet. I diskussion med Johansson (9 mars, 2016) förklarade hon att de följer samma riktlinjer i kommunerna, vilket innebär att de följer Naturvårdverkets handbok 2010:1, *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten*. Vid detta användningsområde har de vid tidigare tillfällen godkänt restbetong som vägutfyllnadsmaterial eller liknande. Om förorening i materialet existerar följs även Naturvårdverkets handbok 2010:1. Vad beträffar det förhöjda pH-värdet i avfallet nämner Johansson att det inte finns några riktvärden att jämföra med. Dock kan avfall och schaktmassors lakningsbenägenhet komma att ändras av föroreningar beroende av pH-värdet, vilket bör uppmärksammas.

4.2.11 Uppsala

Vid kontakt med Uppsalas miljöskyddsinspektör C. Möne (7 mars, 2016) förklarade hon att de i Uppsala kommun inte har några kommunala bestämmelser kring användningen av restbetong. Möne klargör att de dock skulle använda sig utav Naturvårdverkets handbok 2010:1, *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten* vid bedömning av hantering. Vid önskan om användning i eller kring vattenskyddsområde kan de i kommunen kräva in en anmälan om användning trots att materialet understiger de halter och lakningsnivåer som krävs i handboken.

4.2.12 Varberg

Vid samtal med miljö- och hälsoskyddsinspektör E. Rosén (21 mars, 2016) i Varbergs kommun berättade hon att de i kommunen stödjer arbetet för att minska avfallsmängden samt öka återvinning/återanvändning av material. De är noggranna med att se till att eventuellt material som återanvänds ska användas på rätt sätt och plats för att följa miljöbalkens bestämmelser, vilket beror på bland annat föroreningsrisker och anmälningsplikter. Som många andra kommuner hänvisar även Rosén till Naturvårdverkets handbok 2010:1, *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten* och förklarar att såvida materialet innehåller högre halter av föroreningar klassas detta som "ringa risk" eller "mer än ringa risk" och en anmälan innehållande tekniska beskrivningar och ritningar skall lämnas in till tillsynsmyndigheten i kommunen. Då föroreningar inte förekommer i materialet är en anmälan inte nödvändig men aktsamhet ska tas med vilka miljöer materialet placeras i. Oavsett dessa föroreningar ska halter och utlakningsegenskaper redovisas och bedömas av tillsynsmyndigheten för att kunna utreda det bästa användningsområdet för materialet säger Rosén.

4.2.13 Västerås

Genom kontakt med E. Jusic anställd på Västerås miljö- och hälsoskyddsförvaltning (10 mars, 2016) framkom det att betongavfallet i Västerås kommun ska följa Naturvårdverkets handbok 2010:1 *Återvinning av avfall för anläggningsarbeten*. Jusic hänvisar till

Naturvårdsverket som innebär att en provtagning av avfallet skall göras för att kunna jämföra föroreningshalterna med handbokens gränsvärden. Bedöms avfallets föroreningsrisk som mindre än ringa behövs ej någon anmälan till det lokala miljö- och hälsokontoret, överskrider den Naturvårdsverkets gränsvärden måste dock en anmälan utföras för att överväga om den tilltänka platsen för anläggningen är lämplig med hänsyn till eventuell risk för förorening av mark eller vatten.

5 Förbättringspunkter och avsättningsområden

De avsättningsområden som redan appliceras vid fabrikerna är ett viktigt inslag i restbetongens livscykel. Dock kan dessa områden utvidgas och förbättras för att kunna få ut så mycket som möjligt av materialet med miljön i fokus. I detta kapitel kommer alternativ till de befintliga avsättningsområdena att klargöras samt förbättringspunkter understrykas. Restbetongen delas här upp i både spolmassor och returbetong då dess egenskaper ibland lämpar sig för olika användningsområden.

Av de nedan nämnda avsättningsområdena används idag rivningsbetong i viss mån och alltså inte restbetong. Den mest signifikanta skillnaden mellan nyproducerad betong och så kallad rivningsbetong i återanvändningssyfte är att den nyproducerade betongen vanligtvis ej innehåller miljöbelastande ämnen såsom PAH, PCB, CFC och asbest och är även fri från armering (Johansson, 2011).

5.1 Minskad volym av returbetong

En förbättringspunkt som skiljer sig från övriga är att arbeta för att minska volymen returbetong. Istället för att implementera olika avsättningsområden för materialet är ett alternativ att minimera uppkomsten av returbetong redan vid källan.

Vid samtal med M. Stafström (8 april, 2016), som arbetar som ansvarig driftsledare på fabriken i Värö, berättar han att det som skapar situationer som kräver hantering av returbetong är ifall kunden beställer för mycket material eller om en produkt blir felaktigt producerad. Detta leder till returbetong från kund eller kassering av betong direkt vid fabriken.

Betong som returneras tillbaka från kund beror framförallt på att de har beräknat och beställt en större mängd än vad som egentligen behövs berättar Stafström, detta för att säkerställa att mängden betong ska räcka till på byggarbetsplatsen. Det är även en kostnadsfråga för kunden då denne vill undvika transport för en extra mängd betong till följd av en för liten ursprunglig beställning.

Stafström förklarar vidare att det i vissa fall även kan förekomma felblandningar i produktionen till följd av fel i recept eller olika problem på fabriken. Betongleveransen kan bli förlegad och tappa sina egenskaper vilket gör att den således hanteras som returbetong antingen genom att processeras tillsammans med spolmassor eller låta betongen härda för att sedan krossa upp den. Även väntetider hos kunden på grund av problem med bilar, pumpar och dylikt skapar samma situation eftersom betongen förlorar sin kvalitet.

I diskussion med ansvarige driftledaren B. Karlsson (11 april, 2016) som arbetar på Thomas Betongs fabrik i Skövde kan flertalet anledningar till kasserad betong på fabrik konstateras. De senaste tillfällena berörde bland annat att betongen inte var tillräckligt varm eftersom fabriksanställda missat att höja temperaturen i processdatorn, betongen blev för blöt och konsistensförlusten beräknades bli högre än det verkliga fallet blev. En annan situation som uppstod var när vattenkranen inte var avstängd på bilens roteraggregat vilket ledde till att vatten tillsattes under transport. Även situationer med misskommunikation mellan kund och fabriksanställda förekommer vilket innebär att annan betong än efterfrågad har tillverkats.

Karlsson berättar även att enligt erfarenhet är det sällan tekniska fel på fabrik eller i processsystem som är anledningen till uppkomsten av returbetong. Felkällor som kan vara mer vanliga än de tekniska och resultera i feltillverkning kan vara dålig kommunikation mellan säljare och köpare. Ett problem som kan undvikas genom tydlighet och att beställningar alltid bör repeteras från säljarens sida för att säkerställa att båda parter är överens om ordern menar Karlsson. En annan källa som kan vara upphov till problem i tillverkningen är att processoperatörerna som styr tillverkningen missar att ändra parametrar i processdatorn, exempelvis cementhalt eller temperatur. Detta till följd av slarv eller stress då miljön på ett orderkontor i många fall kan vara väldigt stressig och rörig berättar Karlsson.

5.2 Återanvändning av spolvatten

Vid spolning av betongbilarnas rotertrummor återanvänds idag spolvattnet, bland annat görs detta vid fabriken i Borås samt på Ringöns fabrik i Göteborg. Även på fabriken i Karlstad återanvänds vattnet efter spolning av bilar och utrustning, efter en studie vid fabriken i Karlstad genomförd av Naturvårdsverket konstaterades det att vattenförbrukningen minskade med 93 % vid införandet av återanvändningen (Naturvårdsverket, 2008). En sådan stor minskning av vattenförbrukningen visar att det finns stora fördelar både ur ett ekonomiskt- men även ur ett miljöperspektiv genom att införa återanvändning vid de fabriker som har möjlighet till detta.

Detta är även applicerbart vid hantering av restmaterial med hjälp av sedimentering. Vattnet som används för att spola ur betongbilens rotertank kan gå direkt vidare till sedimentbassänger för att renas i olika steg och ge en slutprodukt av klart vatten som inte innehåller några föroreningar. Detta kunde skådas på Thomas Betongs fabrik i Kungälv och det rena sedimentvattnet återanvändes genom att det pumpas till en lagringstank som sedan används på nytt för att spola ur trummor (Andersson, 2005).

J. Carlsson, produktutvecklare på Thomas Betong AB förklarar (10 maj, 2016) att återanvändningen av spolvattnet dock ofta ett problem vintertid då många av vattentankarna och bassängerna är placerade utomhus utan uppvärmning eller omrörande funktion, vilket kan leda till att vattnet fryser till is och inte kan brukas som spolvatten.

Vattnet från sedimenteringen har generellt sett ett högt pH vilket gör det svårt och opraktiskt för den individuella fabriken att rena vattnet och försöka stabilisera pH-värdet för att kunna tjäna ett annat syfte. Därför lyder rekommendationer vanligtvis att vattnet återanvänds lokalt på fabriken (Andersson, 2005).

5.3 Jordbrukskalkning

Krossad restbetong är en basisk produkt med ett pH-värde på ungefär 12 (Johansson, 2011) vilket gör att det kan användas som kalkning av åkrar i jordbruksindustrin eller som neutralisering av försurade sjöar om halterna av tungmetaller ej överskrider rådande gränsvärden menar E. Lindén (personlig kommunikation, 8 januari 2016).

I en studie utförd av M. Andersson från år 2005 jämfördes sedimenterad restbetong utan ballast, även kallat betongslam, och dess innehåll av tungmetaller med ställda krav på kalkningsmedel i Sverige. Riktlinjer som användes vid jämförelsen var EU-blomman och KRAV vilka båda är organisationer som ställer krav på tungmetallinnehåll med avseende på miljö, hälsa och kvalitet i Europa. Studien visade att betongslammet låg långt under de högsta

nivåerna av tillåtet tungmetallinnehåll och skulle därmed kunna användas till kalkning av jordbruksmark.

Kalkningsmedel används inom jordbruket för att höja pH-värdet och medlets så kallade kalkverkan mäts. Krav på denna ställs av den Europeiska standarden EN 14069:2003 *Liming materials-Description and minimum requirements* och om en jämförelse skulle utföras mellan betongslammets kalkverkan och exempelvis kalk som är producerat inom sockerindustrin är skillnaden ca 1,5 %. Betongslammet ligger alltså strax under de nivåer vanligt kalk normalt uppnår. B. Albertsson från Svenskt Jordbruk uttalade sig även i samband med den dokumenterade studien och sade att den Europeiska standarden endast innehåller rekommendationer och att betongslammet skulle gå bra att använda som kalkmedel ur den aspekten (Andersson, 2005).

I ett samarbete mellan den norska betongtillverkaren, Jærbetong och forskningsinstitutionen för bioekonomi, Bioforsk vest, studerades användningen av Jærbetongs restbetong till kalkning av jordbruksmark. Studien jämförde växtligheten och hur pH-värdet förändrades i marken på tre olika alternativ, ett alternativ utan åtgärd, ett med vanligt jordbrukskalk och ett med betongslammet. Ur resultatet framgick det att betongslammet gav jorden ett högre och mer balanserat pH-värde, likvärdigt och ibland ännu bättre i jämförelse med den traditionella jordbrukskalkningen. (Larsen, Dalland, 2013)

J. Eskilsson, växtnäringshandläggare vid miljöregelenheten på Jordbruksverket (6 april, 2016), förklarar att det i Sverige inte finns några lagkrav på vad en kalkprodukt ska uppfylla för att få kalla sig en ”kalkprodukt”. Det vill säga, det finns inte några gränsvärden för orenligheter eller krav på neutraliserande effekt att förhålla sig till vid användning av restbetong som kalkprodukt av jordbruk. Ifall en jordbrukare vill använda sig utav restbetong som kalkningsprodukt hänvisar Eskilsson till miljöbalkens allmänna hänsynsregler, som säger att det är bonden själv som är ansvarig att försäkra sig om att spridningen inte orsakar olägenheter för människors hälsa och miljö eftersom produkten inte kräver att vara godkänd innan spridning.

5.4 Kalkning av försurade sjöar och mark med restbetong

Ett vanligt problem i Sverige idag är försurning av sjöar, skog och våtmarker och i sydvästra Sverige är nästan 50 % av alla sjöar försurade till följd av surt nedfall från transporter, energianläggningar, industri och jordbruk (Naturvårdsverket, 2010b). För att åtgärda detta och bevara den biologiska mångfalden i de drabbade områdena kan kalkningsmedel användas. Det är dock endast en tillfällig lösning som måste appliceras i jämna intervall för att bibehålla effekten (Naturvårdsverket, 2016b). I Sverige är detta under ansvaret av ett antal samarbetande organ som Länsstyrelsen, Havs- & Vattenmyndigheten, Naturvårdsverket samt huvudmannen, som ofta utgörs av enskilda kommuner. Huvudmannen tar därefter i sin tur kontakt med diverse entreprenörer och konsulter (Naturvårdsverket, 2010b).

Vid kalkning av sjöar och mark finns flertalet val av kalkningsprodukter och metoder att tillämpa. För att uppnå bästa resultat genomförs en sammanvägning av minsta möjliga negativa effekt för miljön samt till största ekonomiska fördel, för att sedan bedömas med avseende på vilken miljö det är som skall behandlas (Naturvårdsverket, 2010b).

5.4.1 Kalkningsprodukter

Kalkprodukter som finns på marknaden idag är testade att de inte innehåller ämnen som är skadliga för omgivningen. De ska även kontrolleras mot vissa kvalitetskrav för dess fraktionsstorlekar och tungmetaller. Även produktens kalkverkan, som är ett mått på dess pH-höjande effekt, undersöks och kontrolleras (Naturvårdsverket, 2010b). Nedan i figur 9 och 10 redogörs för de vanligaste kalkprodukterna och dess användningsområden, även översiktlig information kring de krav och halter som ställs visas.

KALKPRODUKTERNAS ANVÄNDNINGSMOMRÅDEN	
Kalkprodukt	Användningsområde
Kalkmjöl (0–0,1 mm)	Doserare
Kalkmjöl (0–0,5 mm)	Sjö och doserare
Vattenblandat kalkmjöl – slurry (0–0,5 mm)	Sjö
Grovt kalkmjöl (0 – 2 mm)	Våtmark
Granulerad kritkalk	Våtmark och sjö
Kalkfällningsprodukter (0,5–2 mm)	Våtmark

Figur 9. Överskådlig information kring kalkprodukter (Naturvårdsverket, 2010b). Återges med tillstånd.

Högst tillåtna halter* av metaller i kalkningsmedel	
Al < 10 000 mg/kg	V < 20 mg/kg
Zn < 60 mg/kg	Pb < 25 mg/kg
Cr < 20 mg/kg	Co < 15 mg/kg
Ni < 20 mg/kg	Cd < 0,7 mg/kg
Cu < 20 mg/kg	Hg < 0,05 mg/kg
* absoluta halter dvs uppmätt koncentration plus mätosäkerhet	

Figur 10. Högst tillåtna halter metaller i kalkprodukter (Naturvårdsverket, 2010b). Återges med tillstånd.

A. Karlsson, biolog för länsstyrelsen i Västra Götaland, berättar i samtal (8 april, 2016) att vid upphandling av kalkningsmedel till regionen är det huvudmannen som är ansvarig. Huvudmannen, kan som nämnt tidigare bestå av enskilda kommuner men även vara regioner eller föreningar. De krav som huvudmannen ställer på kalkmedlet är satta av SP, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, och bedömer främst innehållande metallhalt och kornstorlek (SP, 2016). Även dess syraneutraliserande verkan, CaO, skall överstiga 45 % för att kalkmedlet ska vara effektivt för bruk. Då det går att påvisa att restbetongens värden överensstämmer med de angivna anser Karlsson att det inte finns något som hindrar detta från att bli en kalkprodukt på marknaden.

5.4.2 Kalkningsmetoder

Vid de skilda vegetationsförhållanden som finns i våtmark och sjöar behövs olika kalkningsstrategier för att anpassa kalkningen optimalt. De vanligaste metoderna som idag används är sjökalkning och våtmarkskalkning, men även kalkning med hjälp av doserare är ett alternativ som används (Naturvårdsverket, 2010b).

Våtmarkskalkning är idag den mest använda metoden för kalkning och används till vattendrag eller vid mindre sjöområden. Då surt regn träffar den kalkade marken för det med sig kalket

till de sjöar och bäckar regnet förs till och fungerar på så sätt som ett filter för det sura nedfallet (Länsstyrelsen, 2016). Viktigt att tänka på är att kalkprodukten ska damma så lite som möjligt eftersom dammet har lätt för att spridas till intilliggande mark vilket påverkar växtligheten negativt (Naturvårdsverket, 2010b). Istället för en lätt produkt som kan spridas används ett fuktat, grovt medel vilket har betydligt mindre påverkan på närliggande mark (Länsstyrelsen, 2016).

Sjökalkning kräver mycket underhåll och ska kalkas ofta för att undvika att växla för mycket i pH-värde. Då sjöar drabbas av sura episoder och differenser i flöden under de olika årstiderna förändras förutsättningarna för kalkningen vilket då måste anpassas (Naturvårdsverket, 2010b). Sjökalkning används främst till stora sjöar i öppna naturområden då helikopter eller båt är en metod som har stor spridningsförmåga. Som nämnt vid våtmarkskalkning används även ett grövre kalkningsmedel till sjöar, speciellt vid spridning med helikopter då det är viktigt att medlet inte dammar till omkringliggande mark (Länsstyrelsen, 2016).

Kalkning med doserare innebär att kalk tillförs till vattendrag kontinuerligt via en silo som placeras i närheten av det rinnande vattnet som visas i figur 11 (Naturvårdsverket, 2010b).



Figur 11. Kalkdosare (Vennman., 2010). Återges med tillstånd.

För att nå optimal tillförsel av kalk bör systemet vara automatiserat efter vattenflödets avvikelser vilket kan vara en svårighet med denna metod. Även driftkostnader samt driftstörningar kan anses vara ytterligare skäl att använda andra metoder i första hand (Länsstyrelsen, 2016).

5.5 Återanvändning av returbetong till ballast

Det finns tre typer av återvunnen betong som kan användas som ballastmaterial. Ballast tvättad ur färsk betong, krossad returbetong och krossade byggnadsverk. Enligt standarden SS-EN 206 får upp till 5 % av ballasten i nyttillverkning vara återvunnen ballast från restbetong, färsk eller krossad. För att överskrida 5 % av användningen med återvunnen ballast ur färsk betong måste den sorteras och uppfylla ballastkraven i SS-EN 12620 och för överskridning av krossad restbetong gäller reglerna för ballast av återvunna rivningsmaterial (Helsing, 2015).

Returbetong kan återanvändas som ballast i ny betongtillverkning ifall den först tillåts hårdna för att sedan krossas upp till mindre fraktioner. Dock blir den begränsad i avseende på sin kvalitet och vilken exponeringsklass den nya betongen ska tillhandahålla (Betongföreningen, 2013a). Om den nyproducerade betongen skall hålla en kvalitet av ett lägre slag kan återvunnen ballast med stor fördel användas, detta för att det inte krävs en ökning av cementhalten för att kvarhålla funktionen hos betongen (Svensk Betong, 2016).

I rapporterna *Hållbart byggande med betong: Vägledning för miljöcertifiering enligt BREEAM* (Betongföreningen, 2013a) och *Hållbart byggande: Återvinning* (Svensk Betong, 2016) hänvisar författarna till ett dokument från SBUF, Svenska Byggbranschens Utvecklings Fond, som ger generella råd vid användning av återvunnen ballast. I dokumentet har en studie genomförts som testar tryckhållfastheten och ythårdheten hos gjutprover med återanvänd ballast iblandat. Resultatet de presenterar nämner bland annat att vid byggnation av hus som använder betong av vanlig standard kan krossad återvunnen ballast uteslutande användas. Även undergjutningsplattor på mark, väggar och bjälklag kan med fördel använda ballasten utan att kompromissa med kvaliteten (SBUF, 2008). Återanvändningen av betongen på detta sätt ger stora fördelar både miljömässigt och ekonomiskt i jämförelse med att lägga materialet på deponi (Svensk Betong, 2016).

5.6 Återanvändning som vägfyllnadsmaterial

Vad gäller återanvändning till vägfyllnadsmaterial är det samma princip som för avsnitt 5.5 som avser återanvändning av betongen till ballast, både hårdnad och krossad restbetong passar som vägfyllnadsmaterial (Avfall Sverige, 2015). Betongkrosset kan verka som ett obundet överbyggnadslager eller som underbyggnad med förutsättningen att det uppfyller de tekniska funktioner beskrivna i *Trafikverkets ATB VÄG*, Kapitel A och även Kapitel E3.1, 3.11 och 3.12. Dessa kapitel beskriver i helhet alla krav som ställs på en vägbyggnation och omfattar mer ingående beskrivningar på bland annat material och utförande (Vägverket, 2003).

Det krossade materialet kan även användas som bullervallar för att tillgodose de akustiska kraven inom avsett markområde (Betongföreningen, 2013), (Vägverket, 2004).

En studie som genomfördes 2003 av M. Arm på Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm visade och jämförde olika egenskaper hos alternativa material till obundna bärlager i vägbankar gentemot exempelvis krossad granit. För att jämföra betongen med den krossade granitens egenskaper med avseende på lämplighet i bärlager utfördes ett så kallat ”cyclic load triaxial test”, vilket innebär att materialet utsätts för last i perioder i tre ortogonala riktningar för att påvisa de mekaniska egenskaperna hos ett deformerbart material (Ydrevik, 2000). Materialets styvhet påvisas genom detta test och är en mycket viktig egenskap vid byggnation

av en vägkonstruktion. Studien visade att den krossade betongen i de flesta fall har en likvärdig eller högre styvhet än graniten vilket gynnar vägkonstruktionens hållfasthet. Den krossade betongens styvhet ökar även med tiden i efterhärtningsprocessen (Arm, 2003).

5.7 Tätskikt av deponier

Vid sluttäckning av en deponi finns det flertalet lager som måste verka tillsammans i en konstruktion för att uppnå fullgott resultat. I ordning från nederst till överst krävs: avjämningsskikt, gasdräneringsskikt, tätskikt, materialseparerande skikt, dräneringsskikt, materialseparerande skikt, skyddsskikt med rotspärre samt ett växtetableringsskikt.

När ett material undersöks angående lämplighet för användning i ett visst skikt tas hänsyn till olika faktorer såsom genomsläpplighet, stabilitet/hållfasthet och beständighet men även ekonomi och miljöpåverkan spelar roll (Avfall Sverige, 2014)

I en studie av M. Andersson (2005) angående möjliga användningsområden för betongmaterialet har prover från restbetongen tagits för vidare analys från olika fabriker. Utifrån studien konstaterades det att restmaterialet uppvisade olika nivåer av vattenpermeabilitet, för de olika fabrikerna. Olika deponier skiljer sig åt i kraven på täthet i tätskiktet vilket kan fördelas på ett sådant sätt att kraven på täthet överensstämmer med nivån av vattenpermeabilitet. Med avseende endast på täthet uppnådde materialet en tillräckligt låg permeabilitetsnivå för att kunna appliceras som tätskikt på deponier (Andersson, 2005). Andra egenskaper hos restbetongen som är avgörande för dess lämplighet som tätskikt är hållfasthet, beständighet, totalinnehåll och lakningsegenskaper (Rihm, Rogbeck, Svedberg och Eriksson, 2009).

Enligt en rapport av Rihm et al. (2009) bedömer de att krossad restbetong utöver användning i tätskikt även ska kunna utnyttjas i utjämnings- och skyddsskikten, och om vattenpermeabiliteten är för låg för att användas till ett tätskikt kan materialet istället fungera som dräneringsskikt förutsatt att tätheten är tillräcklig.

Avfall Sverige är den svenska branschorganisationen som tar hand om och återvinner alla kommuners avfall. Vid kontakt med J. Fagerqvist (10 mars, 2016), som är rådgivare för deponering och energiåtervinning hos Avfall Sverige, förklarar han att restmaterialet ej verkar vara lämpligt som tätskikt på deponier eftersom det inte kommer att uppfylla de krav som finns på genomsläpplighet. Istället skulle en användning av materialet på sluttäckningar kunna vara i form av förstärkningslager i de transportvägar som finns på deponin. I rapporten J. Fagerqvist hänvisar till (Avfall Sverige, 2015) nämns också att krossad restbetong i kombination med tegel och glas bildar ett lämpligt dräneringslager vid sluttäckning.

Skall avfallet användas till täckning av deponier ovan tätskiktet har Naturvårdsverket (2010a) tagit fram maxvärden för föroreningsämnen som finns i nedanstående tabell 4. I M. Anderssons studie (2005) uppmättes metallhalter i den sedimenterade betongen på flera av Thomas Betongs fabriker i Sverige varav de alla underskred de listade ämnena i tabell 4 med marginal. Kontroll av urlakningsegenskaper utfördes ej under studien.

Tabell 4. Högsta tillåtna halter av föroreningar vid deponitäckning (Naturvårdsverket, 2010a). Återges med tillstånd.

Tabell 6 Nivåer av ämnen deponitäckning			
Ämne	Halter i mg/kg TS	Utlakning C ₀ LS 0,1 l/kg (mg/l)	Utlakning l/s = 10 l/kg (mg/ kg)
Arsenik	10	0,05	0,4
Bly	200	0,1	0,3
Kadmium	1,5	0,004	0,007
Koppar	80	0,2	0,6
Krom tot	80	0,06	0,3
Kviksilver	1,8	0,001	0,01
Nickel	70	0,2	0,6
Zink	250	0,8	3
Klorid	-	6200	11000
Sulfat	-	2900	8500
PAH-L	3		
PAH-M	10		
PAH-H	2,5		

5.8 Re-con Zero

Re-con Zero står för Returned Concrete Zero Impact och syftar på ”zero waste and zero impact on the environment”. Re-con Zero är en produkt skapad av företaget Mapei som tillverkar olika kemiska produkter för byggindustrin.

Produkten är en tvåkomponentsprodukt av pulver som tillsammans med restbetongen bildar ett nytt material med ett kornigt utseende och kan, efter härdning, helt eller delvis ersätta ballast i nyttillverkad betong beroende på betongens hållfasthetsklass. Komponenterna tillsätts och blandas med restbetongen i betongbilens rotertrumma. Den första komponentens uppgift är att absorbera vattnet och adderas till trumman till en mängd av 0,5 kg per m³ restbetong. Efter några minuters blandning kan den andra komponenten tillsättas. Detta pulver är en bindningsaccelerator som kräver 6 kg per m³ restbetong (Mapei, 2013).

Då produkten binder och samlar betongen i rotertrumman till en unison massa skapar det mindre kvarlämnat material i rotertrumman när det töms ut. Detta medför en renare trumma vilket då kräver mindre spolvatten för rengöring (Mapei, 2013). Utöver den minskade vattenförbrukningen undviks även de hanteringskostnader för deponering eller krossning av restbetongen som annars uppkommer och betongproducenten kan stärka sitt miljöarbete ytterligare då materialet utnyttjas till fullo utan spill (Leading architecture & design, 2013).

5.9 Gjutning av andrahandskonstruktioner

Ett annat avsättningalternativ är att gjuta massiva betongblock av returbetongen, som fungerar som andrahandskonstruktioner med låga hållfasthetskrav. Betong i blockformat kan anses vara lättare att förvara och tar mindre plats på fabriken än restbetong som endast placerats i hög och kan exempelvis fungera som väghinder eller så kallade ”betongklossar”.

De block som kallas för ”betongklossar” eller ”betonglego” ser ut som stora legoklossar i betong och kan med lätthet staplas på varandra (Betong, 2016a). Klossarna behöver varken gjas eller fogas ihop och de användningsområden som är vanligast idag är exempelvis till

väggar i materialfickor, murar och skyddsväggar som kan ses i figur 12 nedan (Betong, 2016b)(C3C, 2016). Enligt O. Esping, betongexpert på tidskriften Betong, kräver tillverkningen av blocken ökad yta, personal och logistikplanering hos företaget som avser att gjuta klossarna (Betong, 2016a).



Figur 12. Betongblockskonstruktion (C3C, 2016). Återges med tillstånd

Som nämnt i avsnitt 3.2.1 använder sig Malmös fabrik av detta avsättningsområde i samarbete med en återvinningsfirma, som då gjuter klossar av returbetongen. Även på betongfabriken i Borås använder de sig utav en liknande avsättning, där gjuts ett sorts väghinder i en stor plastform av returbetongen, se avsnitt 2.2.4. Detta avsättningsändamål är också en slags sekundär gjutning som endast kräver de plastformar som används till gjutningen i materialväg och upptar heller inte någon större plats förvaringsmässigt.

6 Resultat och diskussion

Under examensarbetets gång har målet varit att skapa ett välgrundat underlag för alla verksamma betongproducenter kring hantering av restbetong och hur det kan gå till på ett organiserat sätt.

6.1 Resthanteringsprocesserna

En djupare förståelse har införskaffats genom att besöka olika fabriker inom Thomas Betong och med egna ögon se dess nuvarande hantering av inkommande restbetong. Fabrikerna som besökts är belägna på Ringön i Göteborg, Borås samt i Kungälv. Fabrikerna hade olika förutsättningar och skiljde sig åt på många punkter, vilket var lärorikt och uppfyllde syftet med studiebesöken för att få se skilda hanteringar av betongen.

Det kunde konstateras att fabriken i Kungälv är av ett betydligt äldre slag än de andra fabrikerna och har endast en person anställd som sköter hela fabriken. Trots sina år i tjänst uppfyller fabriken fortfarande sitt syfte och kan även effektivt rena sitt sedimentvatten för återanvändning. Medföljande sin ålder är även simpliciteten jämfört med andra fabriker påtagande och sedimenteringsbassängerna utgörs endast av en utgrävning i marken där de olika reningsstegen är avgränsade med plåt. I slutsteget av reningen förs det renade vattnet upp till en silo där manuell tappning av vattnet används. Den returbetong som eventuellt återkommer till fabriken lämnas här över till NCC Recycling som sedan deponerar materialet. Om returbetongen skulle ankomma i anknytning till att en ny sats betong skapas kan returbetongen blandas in i den nya satsen om egenskaperna är överensstämmande. Även de massor som grävdes ur sedimentbassängerna lämnades över till NCC Recycling för deponering. Detta är definitivt en förbättringspunkt hos Kungälvs fabrik och det är i allra högsta grad önskvärt att ingen betong deponeras. För att ha varit verksam sedan 1960-talet är Kungälvs resthanteringsprocess mycket lik dagens nybyggnationer av anläggningar och själva effektiviteten går inte att anmärka på. Dock är delarna i anläggningen föråldrade och i stora drag behövs allt bytas ut inom en snar framtid.

Liknande som i Kungälv använder sig även fabriken i Borås utav ett reningssystem baserat på sedimenteringsprocesser men är av avsevärt nyare slag. Borås reningsanläggning byggdes år 2008 till en kostnad av 2 miljoner kronor och består av fyra olika bassänger av betong. Systemet här är väldigt effektivt samt återanvänder sedimentvattnet till nytt spolvatten är detta definitivt ett bra och framförallt enkelt alternativ till anläggning om priset av nybyggnation av likvärdig anläggning kan justeras till det lägre. Anläggningen har dock i nuläget ingen kapacitet att hantera returbetong utan behandlas genom återblandning då det lämpar sig och stämmer överens i egenskaper med nästföljande betongsats. Då det inte överensstämmer skickas den återkommande betongen vidare till en närliggande tipp för deponi. De sedimenterade massorna grävs ur bassängerna och hämtas av ett åkeri som sedan transporterar materialet till brukare efter behov.

Fabriken på Ringön i Göteborg är den som är mest särskild från de andra fabrikerna. Den har ett reningssystem som tar hand om både spolvatten och returbetong som bearbetas i en tvättstation. Detta reningssystem används inte på någon annan av Thomas Betongs fabriker i Sverige och är ett av de dyraste systemen som företaget innehar. Efter materialet genomgått tvättningen fås två separata högar av materialet, en som består av tvättad ballast och en med de finare fraktionerna ur betongen som upplevs mer lerig än den förstnämnda. Dock deponeras de båda högarna till större delen av tiden vilket gör att reningssystemet kan

upplevas som outnyttjat och onödigt. På grund av denna låga nyttjandegrad av dess potential och den höga kostnaden den medfört är denna anläggning inget att rekommendera utan påvisar snarare motsatsen, att enkelhet räcker långt. Det som kan anses vara mest lämpligt att nyttja detta och liknande system till är då avsättningsområden som innefattar krav på små fraktioner hos restmaterialet är önskvärda, exempelvis vid kalkning av jordbruk och sjöar. En omfattande renovering är dock inplanerad för fabriken på Ringön med start i maj 2016 och kommer därför inte behålla det nuvarande resthanteringssystemet.

Då vi under examensarbetet endast har haft tillgång och möjlighet att besöka dessa tre fabriker kan Borås fabrik utnämnas till den som hanterar sitt restmaterial mest fördelaktigt av de tre. Fler kunder till restmassorna i Borås bör eftersträvas vilket kan leda till att deponikostnader undviks och materialet skulle kunnat tjäna i annat syfte istället för att endast deponeras.

Om fler fabriker hade besökts skulle den övergripande uppfattningen om hanteringen av restbetongen vara större och fler alternativ hade kunnat utforskas.

6.2 Deponi

De fabriker som lyckas bra med sin resthantering, som inte deponerar några mängder av varken spolmassor eller returbetong, kan anses vara bra förebilder för alla företag i betongbranschen. Ur de svarsresultat som erhållits framgår det att dessa fabriker är belägna i Malmö, Falköping, Skövde och Värö. Dessa fabriker representerar 4 av 13 stycken, vilket betyder att ungefär 30 % av fabrikerna har ett bra system för hantering av restbetong, där volymerna har ett avsättningssyfte. Då svarsfrekvensen var relativt låg med hänsyn till hur många fabriker det finns totalt är detta dock ingen konklusion som kan dras generellt. Det som dessa fabriker kan göra för att upprätthålla sin fördelaktiga hantering är att hålla fortsatt kontakt med de kunder som brukar restmaterialet och eventuellt granska möjligheten att ta betalt för restbetongen då de i nuläget ger bort materialet utan kostnad.

Övriga fabrikerna kan delas upp i två kategorier, de som deponerar allt sitt restmaterial och de som deponerar en viss del. Fabriken som är belägen i Avesta/Saxbo deponerar inga spolmassor utan endast en del av sin returbetong. Hela Stockholmsområdet med fabrikerna i Uppsala, Märsta, Rotebro och Huddinge deponerar alla volymer och mängder restbetong, detta gör även fabrikerna i Kungälv, Stenungsund, Karlskrona och Alingsås.

Anledningen till att materialet deponeras på dessa fabriker kan enligt fabrikerna själva bero på att intresset hos eventuella kunder är svalt. Det kan då spekuleras bero bland annat på lokaliseringen av fabrikerna. Om en jämförelse görs mellan dessa städer och orter med de som inte deponerar någon restbetong kan ett mönster urskiljas. De fabriker som är placerade i eller i närhet till storstäderna verkar ha svårare att återanvända restbetongen, vilket kan bero på att fabriker i storstäder hanterar mycket större volymer av restbetong då deras produktionsvolym är större. Närhet till jordbrukare kan också vara en anledning till att fabriker i mindre städer lättare blir av med sitt material som då har en koppling till lokaliseringen, då jordbrukare ofta använder restbetongen för privat bruk på sin mark. Samtidigt kan det konstateras att det för tillfället i byggbranschen byggs väldigt mycket och att eventuella vägbyggnationer med närhet till städerna skulle vara i stort behov att restmaterialet till vägutfyllnadsmaterial. Det som då kan spekuleras vara det största och enda hindret för fabrikerna är deras marknadsföring av restmaterialet, då ingen annan anledning har upptäckts under arbetet.

6.3 Kommuner

Det totala antalet kommuner som har kontaktats angående avsättningsområden av betongen uppgick till 34 stycken som tillsammans täcker in de 34 fabriker Thomas Betong har. Det resultat som har presenterats i examensarbetet består utav svar från de 13 kommuner som erhållits, vilket ger en svarsandel på ca 40 %. Dock har svar från fler än de 13 kommunerna mottagits men de anses inte haft tillräcklig tyngd eller varit utformade tillräckligt utförligt för att kunna användas i arbetet. Vid ytterligare kontakt med dessa avsändare har inga svar erhållits.

Av de 13 kommuner som slutsatser kan dras utifrån har merparten hänvisat till Naturvårdverkets handbok 2010:1, *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten*. Handboken innehåller tabeller med krav på värden som anses vara icke hälso- och miljöfarliga och om materialet understiger dessa klassas det som ”mindre än ringa risk”. Vid denna klassning är det ur miljö- och hälsoaspekt fritt att återanvända materialet utan att göra någon anmälan till kommunen. Dock tillägger många kommuner i sina svar att då det rör sig om placering intill känsliga recipienter eller på något annat sätt en känslig miljö bör kommunen ändå kontaktas för en bedömning. Vid andra avsättningsområden än i anläggningssyfte är det ofta upp till den som avser att bruka materialet att ta reda på om det utgör någon risk för miljön. Även här kan användning av Naturvårdverkets handbok vara lämplig då rekommenderade värden kan vara en riktlinje.

Sammantaget framkom det att ingen avslår återanvändningen av restbetongen om betongtillverkaren kan påvisa att den är ofarlig för miljön. Beroende på önskat avsättningsområde kan ansvaret för bevisning tilldelas olika aktörer men i övrigt skiljer det sig inte åt anmärkningsvärt.

6.4 Avsättningsområden

För att uppnå målet med examensarbetet har en stor del bestått utav undersökningar kring avsättningsområden och förbättringspunkter för restbetongen.

I första hand bör strävan efter att **minimera uppkomsten av returbetong** vara av största prioritet. Uppkomsten beror till största del av för stora beställningar från kund, betongen blir felproducerad, sen betongleverans som leder till att betongen förlorar vissa egenskaper och måste kasseras eller genom misskommunikation.

Att minska antalet för stora beställningar är troligtvis en svår åtgärd att genomföra och motivera. I förebyggande syfte skulle ett alternativ kunna vara att höja priset på all betong som skickas tillbaka till betongfabriken. Dock skulle detta troligtvis resultera i att företaget förlorar kunder till konkurrenter om inte en gemensam insats i hela betongindustrin appliceras. Betongproducenter får idag redan betalt två gånger för den betong som skickas tillbaka då kunden betalar en gång till för den mängd de väljer att returnera, vilket i sig utgör en lönsamhet för producenten. Detta utgör även en lönsamhet för kunden då de slipper att beställa ett helt nytt lass om de skulle ha missberäknat och fått för lite betong vid första lasset. Kostnaden för att beställa små mängder i en ny bil som ska köras ut till arbetsplatsen är stor jämfört med den som uppkommer av att skicka tillbaka returbetong, därav beställs ofta för mycket betong med inställningen ”hellre lite för mycket än för lite”.

Resterande anledningar till uppkomsten av returbetong utgörs till största mån av den mänskliga faktorn, då felaktigheter görs vid fabrik eller vid misskommunikation, vilket är ett problem som är svårt att undkomma helt.

Återanvändning av spolvatten är en viktig del i resthanteringsprocessen och kan tillämpas i olika grad på fabrikena. De fabriker som har besökts har, efter rening, alla återanvänt spolvattnet till att spola ur bilarnas rotertrummor. Ombyggnationen av Ringöns spolanläggning kommer att medföra ett slutet kretslopp för spolvattnet då det efter rening kommer att nyttjas i nytillverkning av betong, nackdelen är dock att det krävs en mer omfattande reningsprocess av spolvattnet eftersom betongen är känslig mot förorenat vatten. De relativt enkla sedimenteringsbassängernas rening och återanvändning av vattnet till nytt spolvatten är en fullgod lösning. För att undvika problemet kopplat till temperaturen utomhus vintertid skulle anläggningarna som hanterar vattnet med fördel kunna byggas inomhus med skydd från vädret. En lagerlokal eller liknande med en inomhustemperatur på 2° C skulle vara tillräckligt för att förhindra vattnet från att frysa.

Att använda restbetongen till **jordbrukskalkning** kan utföras med både returbetong och betongslam. Returbetongen kräver en krossningsprocess innan den kan spridas på åkern medan betongslammet kan spridas direkt. Enligt den norska forskningsstudien beskriven i avsnitt 5.3 gav betongslammet likvärdigt eller till och med ännu bättre resultat jämfört med traditionella kalkningsprodukter. Det som motverkar användningen av restbetong i jordbruksindustrin är att det inte finns några riktvärden på vad en kalkprodukt ska ha för egenskaper, detta gör att ansvaret för appliceringen av restbetong på åkermark läggs på bönderna själva. Det är riskfyllt för bönderna att förlita sin produktion på en produkt som för dem kanske är ganska obeprövad i branschen även om de kan erhålla betongprodukten utan kostnad från betongtillverkaren. Med fler och långvariga studier liknande den norska studien skulle kanske restbetongen få ett bredare och mer accepterat användningsspektrum än vad som är fallet idag.

Kalkning av försurade sjöar är endast en tillfällig lösning mot försurning i mark och sjö. Dock är en stor del av Sveriges sjöar försurade och varje år sprids mer än 100 000 ton kalk för att motverka detta. Om krossad returbetong skulle ersätta traditionellt kalkmedel hade en stor ekonomisk vinning kunnat göras då restmaterialet eventuellt skulle kunna ges bort utan kostnad. De krav returbetongen ska uppfylla som kalkmedel avser främst metallhalter, syraneutraliserande verkan samt kornstorlek och specificeras av Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Om dessa kriterier uppfylls finns inget teoretiskt hinder för att det ska kunna användas som ett vanligt kalkmedel. Det som är diskutabelt är betongens kornstorlek. Då betongen tillåts hårdas för att sedan krossas kan svårighet finnas i att fraktionerna inte blir tillräckligt små för att uppfylla de krav som finns. Istället för krossning skulle malning vara ett alternativ för att uppnå dessa storlekar, vilka ligger kring 0-0,5 mm. Oavsett malning eller annat alternativ krävs ytterligare hantering eller förädling efter själva reningsprocessen av betongen vilket inte tillhör syftet med arbetet. Kalkmedel är även klassat som kemiska produkter enligt miljöbalken och betongen skulle därför utöver förädlingen behöva klassas om till en produkt.

Återanvändning av returbetong till ballast är en potentiell möjlighet för tillverkning av ny betong med lägre hållfasthetskrav, vilket Thomas Betong inte har applicerat vid någon av sina fabriker idag. Ballasten kan skapas genom att krossa härdad returbetong eller tvätta ur den från färsk betong. Anledningen till att detta alternativ inte utförs idag beror troligen på att det då krävs maskiner för att krossa betongen eller avancerade anläggningar som sorterar ut

ballasten ur restbetongsmassorna. Som nämnt ovan i avsnitt 6.1 sorterar fabriken på Ringön i dagsläget ut ballasten ur restbetongen med hjälp av sin resthanteringsanläggning. Denna tvättade ballast skickas ändå på deponi eftersom den skulle behöva genomgå en siktning för att fördela upp materialet i olika fraktionsstorlekar innan den kan blandas in i ny betongtillverkning.

Att återanvända restbetongen som **väguttfyllnad** är enligt vårt resultat det vanligaste avsättningsområdet för Thomas Betongs fabriker, undantaget deponi. Restbetongen kan användas till väguttfyllnad om materialet uppfyller kraven i Naturvårdverkets handbok 2010:1, *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten*. Detta är ett bra avsättningsalternativ då det finns många intressenter av betongen till just detta syfte, och som tidigare nämnt i avsnitt 6.2 kan även intresset öka i takt med ökad bebyggelse främst i närhet till städerna. Fördelen är också att både spolmassor och returbetong kan nyttjas till väguttfyllnad vilket betyder att endast en kundkrets krävs. I nuläget hämtar kunderna, alternativt levererar Thomas Betong, materialet till kunden utan kostnad. Att materialet i dagsläget i stort sett är kostnadsfritt är något som kan komma att förändras i framtiden med förhoppningen om att kunna ta ut en kostnad för betongen. För att uppnå detta bör miljömedvetenheten i att återbruka material uppmärksammas och i sådant fall ta ut en lägre kostnad för restbetongen än vad nuvarande väguttfyllnadsmaterial kostar. Då betongproducenter generellt sett endast vill bli av med sitt restmaterial är det, oavsett om en kostnad tas ut eller inte, ett billigare alternativ än att deponera materialet men framförallt en miljövinst.

Då ett material avses användas till ett **tätskikt på deponi** skall lämpligheten bedömas med hjälp av prover som visar bland annat hållfasthet, beständighet, totalinnehåll, lakningsegenskaper och permeabilitet. Både sedimenterad betong och krossad returbetong kan anses vara kandidater till avsättningsområdet genom olika studier som genomförts. Enligt Anderssons studie, nämnd tidigare i avsnitt 5.7, undersöks sedimentmassorna med avseende på täthet och permeabilitet då syftet är att använda materialet till ett tätskikt på deponi, och uppnår de satta gränsvärdena för dessa. Dock kan inga direkta slutsatser dras endast från denna studie då fler egenskaper spelar roll vid val av tätskiktsmaterial. Krossad restbetong undersöktes för liknande ändamål i samma avsnitt, och här kunde rapporten av Rihm et. al dra slutsatsen att materialet utöver tätskikt också passar till utjämnings- och skyddsskikt på deponier. I vissa fall skulle betongen även lämpa sig att användas till dräneringsskikt.

Dessa två konstateranden i skilda rapporter är dock motsägande det uttalande vi fått av rådgivare för deponering och energiåtervinning hos Avfall Sverige, J. Fagerqvist. Han var mycket tveksam till restbetongens användningsområden på deponier huruvida kraven skulle uppfyllas eller inte. Fagerqvist hänvisar till en rapport utförd av Avfall Sverige som nämner att krossad restbetong skulle kunna fungera som ett dräneringslager vid sluttäckning i kombination med krossat tegel och glas. Det som kan ifrågasättas i samband med detta avsättningsområde är dess aktuella status. I dagens läge finns betydligt färre aktiva deponier som behöver täckas än för 10 år sedan, vilket innebär att efterfrågan till denna användning kan ha minskat. Dock har ingen djupare efterforskning kring just efterfrågan kunnat genomföras.

Re-con Zero är en produkt i pulverform som blandas ned i den färska returbetongen och skapar ett material som kan nyttjas som ballast i ny betongtillverkning. Detta är en ny och ganska obeprövad produkt för betongproducenter i Sverige och är därför svår att argumentera kring. Fördelen med Re-con Zero är att det direkt skapas en ny produkt i samband med nedblandning i trumman som kan återanvändas i betongproducentens tillverkningsprocess och

skapar på så vis ett kretslopp i produktionen. En annan spekulerad fördel är att rotertrumman inte sägs behöva en lika grundlig sköljning efter användandet med Re-con Zero, detta eftersom blandningen samlas till en mer homogen massa som inte fastnar i trumman. Nackdelarna kan bedömas vara att betongföretaget ådrar sig en utgift då de måste anskaffa pulverprodukter för att behandla returbetongen. Dessutom är Re-con Zero endast en lösning för returbetongen och problemet med spolmassornas avsättning består. Att man skapar en ny produkt kräver eventuellt en omklassning då en ändring av materialets struktur förändras. Återanvändningen till ballast går under standarden SS-EN 206 som innebär att endast 5 % av denna produkt får blandas in i betongproduktionen om ingen uppsortering av materialet utförs.

Gjutning av andrahandskonstruktioner är ett alternativ till avsättning av materialet. Detta tillämpar Thomas Betongs fabrik i Malmö genom att överlämna returbetongen till en återvinningsfirma som gjuter betongklossar av materialet. I Borås gjuts returbetongen till väghinder i stora plastbehållare som hämtas av byggföretag. Ett annat alternativ är att köpa in formar och för försäljning gjuta egna klossar av den aktuella fabrikens returbetong. Det sistnämnda alternativet är troligen inte aktuellt för Thomas Betongs fabriker eftersom det skulle medföra ett helt nytt verksamhetsområde för företaget. Dessutom skulle detta kräva större tomtytor för gjutning och uppställning av produkterna, vilket skulle kunna anses vara tämligen svårt i de större städerna där det är knappt med yta.

För att komma fram till den bästa hanteringen för returbetongen har ovanstående avsättningsalternativ studerats och utifrån dessa kan en prioriteringsordning tas fram. Ordningen grundar sig i hur betongproducenter mest fördelaktigt kan hantera restbetongen utifrån en miljö- och ekonomisk synpunkt. Nummer ett i prioriteringslistan är att sträva efter och sista siffran är mest ogynnsam och bör undvikas till största mån. Listan är framtagen i samråd med J. Carlsson, produktutvecklare på Thomas Betong AB och grundar sig i avfallstrappan, se avsnitt 4.1.1.

Avfallstrappans mest önskvärda steg är att minimera vilket returbetongen även kan sträva efter. Trappans nästa steg är att återanvända, detta kan utföras med både returbetong och spolmassor genom att direkt bruka det till ett annat avsättningsområde utan att bearbeta materialet. Att krossa betongen eller bearbeta den på något vis för att använda den till andra avsättningsområden än betongens ursprungliga syfte kan liknas vid trappans tredje steg, att återvinna. Det sista steget i trappan som kan appliceras på prioriteringsordningen är deponi vilket skall undvikas men som i stor utsträckning tyvärr görs i dag.

Prioriteringsordning för returbetong:

1. Minska mängden returbetong
2. Leverera returbetongen till nästa beställning med samma betongrecept
3. Sälja eller ge bort materialet till kund med ett avsättningssyfte
4. Bearbeta returbetongen för försäljning. Exempelvis krossa, gjuta legoklossar eller använda Re-con Zero
5. Deponera returbetongen

En prioriteringsordning kan även sättas upp för spolmassorna. Denna skiljer sig från returbetongens ordning på de två översta punkterna då det inte går att minska uppkomsten av spolmassor eller att vidareleverera massan till nästa kund likt returbetongen.

Prioriteringsordning för spolmassa:

1. Sälja eller ge bort materialet till kund med ett avsättningssyfte
2. Bearbeta spolmassorna för försäljning. Exempelvis genom att blanda ned mer ballast för att ge ökad hållfasthet som vägutfyllnadsmaterial eller skapa en kalkprodukt av spolmassorna
3. Deponera spolmassorna

6.5 Utvalda fabrikers avsättning och dess kommunsvär

Nedan kommer två exempel att tas upp för diskussion. Det första ska studera relationen mellan en fabrik som deponerar allt och dess tillhörande kommuns svar kring resthanteringen. Det andra exemplet ska göra detsamma med skillnaden att den utvalda fabriken inte deponerar något material alls.

En fabrik som deponerar allt där även kommunsvär erhållits är den i Uppsala. Thomas Betongs fabrik i Uppsala deponerar alla mängder och volymer av både spolmassor och returbetong. Ur kontakt med Uppsala kommun framgick att de hänvisar till Naturvårdverkets handbok 2010:1 *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten*, men även att de kan kräva in dokumentation om materialet vid placering i närhet till vattenskyddsområden även om gränsvärdena underskrider halterna för mindre än ringa risk enligt Naturvårdverkets handbok. Inget svar angående hur Uppsala kommun hanterar frågan om andra avsättningsområden har erhållits.

Då kommunen tydligt refererar till Naturvårdverkets handbok skulle ett samarbete med en kund som avser använda materialet till vägutfyllnadsmaterial vara att föredra för fabriken i Uppsala. Eftersom Uppsala är en stor stad är sannolikheten hög för att många vägbyggnationer är tillgängliga med ett behov av utfyllnadsmaterial, vilket även medför större chanser att hitta intressenter till syftet.

Den utvalda fabrik som återanvänder restbetongen, och som är belägen i en kommun vars svar har erhållits, är fabriken i Värö som tillhör Varbergs kommun. Här hämtas både spolmassor och returbetong av olika entreprenadföretag och bönder, som främst används till fyllnadsmassor. I Varbergs kommun delger de att kommunen står bakom återbruk av material och att de verkar för att minska avfallsmängder till deponi. Även här använder de sig utav Naturvårdverkets handbok och berättar att om materialet underskrider värdena för mindre än ringa risk är en anmälan till kommunen inte nödvändig. Dock krävs extra aktsamhet gällande känsliga miljöer och då kan grundläggande prover av materialet behöva redovisas i form av föroreningar och utlakningsegenskaper för att se om någon annan avsättningsmöjlighet finns för materialet.

Fabriken i Värö och dess tillhörande kommun är sålunda överens och är en bra förebild att sträva efter i hela betongbranschen. Dock måste prover av restbetongen tas regelbundet för att försäkra sig om att betongen underskrider värdena för mindre än ringa risk i Naturvårdverkets handbok.

6.6 Tungmetallhalter i jämförelse med gränsvärden

Direkta värden för tungmetallhalter i Thomas Betongs restbetong har inte varit möjliga att ta fram under arbetet. Att endast Slagg Bremen och Portlands cement är de komponenter ingående i betongen som visas i jämförelsen beror på att det är dessa delämnena som innehar

de högsta värdena av tungmetaller i den färdiga betongen. De kan därför anses ge en representativ bild utav betongen i helhet då de andra ingående ämnena har värden av tungmetaller som understiger dessa.

De tungmetallhalter som förekommer i Portlandcement och Slagg Bremen, som behandlas i avsnitt 2.1.1, och de gränsvärden som Naturvårdsverket anger i sin handbok kan jämföras för att se hur restbetongen förhåller sig till angivna värden och klassningar.

I tabell 5 nedan visas de värden som materialet behöver underskrida för att risken ska anses vara mindre än ringa och därmed inte vara anmälningspliktig till kommunen vid användning. Dessa jämförs med de värden på tungmetaller som framtagits vid en analys av Portlandcement och Slagg Bremen. Att ta hänsyn till i tabellen är dock att de presenterade siffrorna för de olika komponenterna inte gäller vid sammanvägningen av olika komponenter till det färdiga materialet betong utan endast berör det enskilda materialet. För att få ut de halter som representerar betongen skall de uppmätta värdena i tabellen för slaggen och cementen divideras med den procenthalt den har i det kompletta materialet som inhämtats från Basta (Färdig Betong, 2013). Cementens viktandel i miljöbetongen är 5-20 % och därför bör dess värden från tabellen multipliceras med faktorn 0,2. Andelen slagg i betongen uppgår till 0-15 % och skall därmed multipliceras med faktorn 0,15 för att få ut rätt halter. I miljörisikanalysen som genomfördes av M. Grändås, och nämns i avsnitt 2.1.1, beskrivs även att de mängder tungmetaller som finnes i materialet är så hårt bundna att det är mindre än 1 % som lakas ur, vilket har en stor betydelse för hur siffrorna bör betraktas då halterna visas vara högre än de faktiska tungmetallhalter som kan spridas till omgivningen.

Tabell 5. Jämförda tungmetallhalter

Ämne	Slagg Bremen [mg/kg]	Slagg omräknad [mg/kg]	Cement [mg/kg]	Cement omräknad [mg/kg]	Naturvårdsverkets gränsvärde [mg/kg] TS
Arsenik (As)	< 5	1	5	0,75	10
Bly (Pb)	< 5	1	20	3	20
Kadmium (Cd)	< 1	0,2	0,2	0,03	0,2
Kobolt (Co)	< 5	1	15	2,25	
Koppar (Cu)	< 5	1	20	4	40
Krom tot (Cr)	55,2	11,04	52	7,8	40
Kvicksilver (Hg)	< 0,005	0,001	< 0,05	0,0075	0,1
Nickel (Ni)	< 5	1	50	7,5	35
Vanadin (V)	105	21	60	9	
Zink (Zn)	5	1	300	45	120
Klorid					-
Sulfat					-
PAH-L					0,6
PAH-M					2
PAH-H					0,5

Då viktandelsfaktorn multipliceras med angivna värden i tabellen kan nya värden utläsas som merparten understiger Naturvårdsverkets gränsvärden med marginal. Undantaget från Slagg Bremen vars kadmiumhalt tangerar gränsvärdet. Detta innebär att, utifrån dessa värden, skulle

betongen anses klassas som mindre än ringa risk och därmed kunna användas utan anmälan till kommunerna då ändamålet avser anläggningsarbeten.

Examensarbetet har tidigare utgått från ett perspektiv där alternativ med både mer eller mindre än ringa risk har presenterats. Detta för att bland annat visa avsättningsområden ur ett generellt perspektiv och fokus har då inte lagts på Thomas Betongs framtagna produkter eller de ämnen de använder sig utav.

Naturvårdsverkets gränsvärden visar även olika kolväten som PAH-L, PAH-M och PAH-H, vilka vanligtvis mäts i dess gasfas då de bildas vid en ofullständig förbränning. Dessa värden har inte mätts för betongen och utreds därför inte i detta arbete.

7 Slutsats och förslag på fortsatta studier

Nedan presenteras de slutsatser som framtagits under examensarbetet och även förslag på fortsatta studier tas upp.

Detta examensarbete är skapat i samarbete med Thomas Betong AB men dessa slutsatser och fortsatta studier kan tillämpas på alla betongtillverkare med samma problematik angående avsättningsområden.

7.1 Slutsats

I examensarbetet har en kartläggning av volymer och hantering genomförts, vilket visar att 62 % av de undersökta fabrikerna deponerar allt sitt restmaterial. Övrig hantering som ej resulterar i deponi är i form av olika avsättningsområden, till största del vägutfyllnadsmaterial. Utifrån lokaliseringen av Thomas Betongs fabriker i Sverige har respektive kommun kontaktats angående deras reglementen som följs angående användningen av materialet. Majoriteten av svaren indikerar att Naturvårdverkets handbok 2010:1, *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten* appliceras. Utifrån kartläggningen av befintlig hantering och hur kommunerna hanterar frågor kring detta har förbättringspunkter och alternativa avsättningar påvisats.

En prioriteringsordning som följer avfallstrappans intention för hur den mest önskvärda hanteringen och avsättningen skall gå till har tagits fram. Syftet för ordningen är att den skall kunna implementeras i betongindustrin och uppvisa en riktlinje för hanteringen på ett strukturerat sätt.

Prioriteringsordning för returbetong:

1. Minska mängden returbetong
2. Leverera returbetongen till nästa beställning med samma betongrecept
3. Sälja eller ge bort materialet till kund med ett avsättningssyfte
4. Bearbeta returbetongen för försäljning. Exempelvis krossa, gjuta legoklossar eller använda Re-con Zero
5. Deponera returbetongen

Prioriteringsordning för spolmassa:

1. Sälja eller ge bort materialet till kund med ett avsättningssyfte
2. Bearbeta spolmassorna för försäljning. Exempelvis genom att blanda ned mer ballast för att ge ökad hållfasthet som vägutfyllnadsmaterial eller skapa en kalkprodukt av spolmassorna

Det undersökningen kring avsättningsområden resulterar i riktas främst till de fabriker som i dagsläget deponerar sitt material. Slutsatsen att stärka marknadsföringen för restbetongen som ett vägutfyllnadsmaterial är det som framstår som det simplaste och mest lämpliga ur de aspekter som betänkts. Detta medför att både spolmassor och returbetong kan återanvändas för detta ändamål och den enda bearbetning materialet skulle genomgå är krossning av den härdade returbetongen. Då restmaterialet redan används till viss del inom Thomas Betong till detta syfte finns redan en mindre kundkrets som endast är i behov av expansion. Detta avsättningsområde är även det som kommunerna är tydligast med i sin hänvisning till och de har klara regler för vad som är accepterat för ändamålet. Även att restbetongen idag innehar

en avfallsklassning gör detta avsättningsområdet lämpligt då det inte behöver klassificeras om till en produkts för att kunna brukas.

3. Deponera spolmassorna

7.2 Förslag på fortsatta studier

Förslag på fortsatta studier angående restbetongshantering utav färsk betong kommer att listas nedan. Det som kommer nämnas är främst punkter som behöver utvecklas utifrån detta arbete och som inte delgetts för att bibehålla fokus på det angivna syftet med hänsyn till avgränsningarna.

- Att klargöra och eventuellt gå djupare in på klassningen av restmaterialet. Thomas Betong innehar i nuläget en avfallsklassning på deras restbetong vilket förhindrar viss återanvändning. Kan materialet klassas om till en produkt eller en restprodukt öppnas nya möjligheter för avsättningsområden.
- Ta fram och jämföra gränsvärden för betongtillverkarens restbetong med Naturvårdsverkets tabell för mindre än ringa risk. Underskrider betongen gränsvärdena skulle en applicering av restmaterialet kunna ske i anläggningssyfte utan anmälningsplikt till kommunen. I detta arbete har endast gränsvärden för komponenter till den färdiga betongen granskats och diskuterats då möjligheten till ny provtagning av endast restbetongen inte varit tillgänglig. Om dessa värden hade tagits fram och sammanställts skulle ett dokument kunna upprättas som hade varit av värde då materialet presenteras till kund.
- Fortsatt och fördjupad kontakt med kommuner och deras krav gällande dokumentation av restmaterialets återanvändning. Detta för att få fram tydligare riktlinjer än vad kommunerna delgett i detta examensarbete, för att därmed skapa ett klarare underlag för applicering på fabriker.

8 Referenser

- Andersson, M (2005) *De miljömässiga aspekterna av betongslam och sköljvatten samt tre möjliga användningsområden för slammet* (Examensarbete, Tekniska Högskolan vid Umeå Universitet, Institutionen för teknisk biologi)
- Arm, M. (2003). *Mechanical properties of residues as unbound road materials: experimental tests on MSWI bottom ash, crushed concrete and blast furnace slag* (Doctoral Thesis, Kungliga tekniska högskolan, Land and water resources engineering). Hämtad från <http://www.swedgeo.se/globalassets/publikationer/rapporter/pdf/sgi-r64.pdf>
- Avfall Sverige Utveckling. (2012). *AVFALL SVERIGES DEPONIHANDBOK: Reviderad handbok för deponering som en del av modern avfallshantering* (RAPPORT D2012:02). Avfall Sverige AB. Hämtad från <http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Deponering/D2012-02.pdf>
- Avfall Sverige. (2014). *Sammanställning av erfarenheter från sluttäckningsprojekt*. (Rapport: D2014:01). Malmö: Avfall Sverige AB.
- Avfall Sverige. (2015). *Deponirest: Kartläggning och möjlig avsättning*. (Rapport: D2015:09). Malmö: Avfall Sverige AB.
- Betong. (2016a). *Fråga experten – Vad kostar betonglego?* Hämtad från <http://betong.se/2015/01/fr%C3%A5ga-experten-vad-kostar-betonglego>
- Betong. (2016b). *Betonglego till Tidaholm*. Hämtad från <http://betong.se/2012/05/betonglego-till-tidaholm>
- Betongföreningen. (2013a). *Hållbart byggande med betong: Vägledning för miljöcertifiering enligt BREEAM*. Betongforeningen.se
- Betongföreningen. (2013b). *Hållbart byggande med betong: Vägledning för miljöcertifiering enligt LEED* (DEL 4, Utgåva 130402). Betongföreningen. Hämtad från <http://betongforeningen.se/wp-content/uploads/2013/02/Vagledning-LEED.pdf>
- Burström, P G. (2007). *Byggnadsmaterial: Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper*. Lund: Studentlitteratur.
- C3C. (2016). *Referenser: C3C Blocksystem - Stödmurar/Planlager/Lagerhallar*. Hämtad från <http://c3c.se/referenser.htm>
- Carlsson, C A. (2014) *Så minskar slaggbetongen koldioxidutsläpp. Betong, (5)*. Hämtad från http://betong.se/2014/09/s%C3%A5-minskar-slaggbetongen-koldioxidutsl%C3%A4pp?utm_source=Betongprenumeranter&utm_campaign=96964aa4b3-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_dccb1798a6-96964aa4b3-
- Färdig Betong. (u.å). *Ett miljövänligare byggande: En presentation av vår FBLC betong*. Hämtad från <http://prokcsmmedia.blob.core.windows.net/sys-master-images/hb4/hf4/8853778825246/aaa.pdf>

Färdig Betong. (2013). *Byggvarudeklaration BVD 3: enligt Kretsloppsrådets riktlinjer maj 2007*. [Produktblad]. Göteborg: Thomas Betong. Hämtad från <http://vpp.bastaonline.se/Documents/402326/BVD/BVD%203%20FBLC.pdf>

Grändås, M. (2012). *Tungmetallhalter i Slagg Bremen och Portlands cement*. Opublicerad miljörisikanalys, Färdig Betong AB.

Helsing, E. (2015). *Nya krav och möjligheter med SS-EN 206 och SS 137003*. Hämtad från <http://www.slideshare.net/richardmccarthybise/nya-krav-och-mjligheter-elisabeth-hellsing-2015-0421>

Johansson, E. (2011). *Betongåtervinning: En fallstudie av rivningsobjekt i betong* (Examensarbete, Chalmers tekniska högskola, Avdelningen för Geologi och geoteknik)

Larsen, E. Dalland, A. (2013). Betong kan brukes som kalk i jordbruksjord. *Nrk*. Hämtad från <http://www.nrk.no/rogaland/bruker-betong-som-kalk-i-jordbruket-1.11178145>

Länsstyrelsen. (2016). *Miljö & klimat: Kalkning*. Hämtad från <http://www.lansstyrelsen.se/jonkoping/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/kalkning-och-forsurning/Pages/kalkning.aspx>

Länsstyrelserna. (2016). *Anvisningar: Anvisningar för anmälan och ansökan om tillstånd för transport och annan hantering av avfall*. Hämtad från <http://www.lansstyrelsen.se/Sv/e-tjanster/transport-och-hantering-av-avfall/Pages/anvisningar.aspx>

Leading architecture & design. (2013). *Recover returned concrete within minutes*. Hämtad från <http://www.leadingarchitecture.co.za/recover-returned-concrete-within-minutes/>

Mapei. (2013). *Re-con Zero: Two-component powder product used to completely recover returned concrete from mixer trucks*. Hämtad från http://www.mapei.com/public/COM/products/3377_re-conzero_gb.pdf

Naturvårdsverket. (2004). *Naturvårdsverkets författarsamling: Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall*. (NFS 2004:10). Hämtad från <http://naturvardsverket.se>

Naturvårdsverket. (2008). *Betongåtervinning minskar transporter och vattenförbrukning*. Hämtad från <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-8352-6.pdf?pid=4037>

Naturvårdsverket. (2010a). *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten* (ISSN 1650-2361). Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-0164-3.pdf>.

Naturvårdsverket. (2010b). *Kalkning av sjöar och vattendrag* (ISBN: 978-91-620-0165-0) Hämtad från <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-0165-0.pdf>

Naturvårdsverket. (2013). *Klassning av farligt avfall: detta är farligt avfall*. Hämtad från <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Avfall/Farligt-avfall/Klassificering-av-farligt-avfall/>

Naturvårdsverket. (2016a). *Vägledningar om avfall*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Avfall/>

Naturvårdsverket. (2016b). *Färre försurade sjöar*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vatten/Forsurade-sjoar/>

Nordkalk. (2016). *Produkter: Betongindustri*. Hämtad från <http://www.nordkalk.se/default.asp?viewID=2431>

Rihm. T, Rogbeck. Y, Svedberg. B, Eriksson. M. (2009). *Alternativa konstruktionsmaterial på deponier: Vägledning*. (MILJÖRIKTIG ANVÄNDNING AV ASKOR, nr 1097). Värmeforsk service AB. Hämtad från http://vav.griffel.net/filer/C_1097.pdf

SBUF (2008). Återvunnen betong – krossningsmetodens inverkan på den krossade betongens kvalitet, SBUF informerar 04:08. Hämtad från <http://vpp.sbuf.se/Public/Documents/InfoSheets/PublishedInfoSheet/f38b9318-7af3-4b6b-b84b-2f3a6677e4ee/98-02%20Betong%20%C3%A5tervunnen%20p%C3%A5%20plats.pdf>

SFS 2011:927. *Svensk författningssamling: Avfallsförordning*. Hämtad 12 april, 2016. Från <https://www.notisum.se/rnp/sfs/sfs/20110927.pdf>

SP. (2016). *Jord, skog och natur: Sjökalk och våtmarkskalk*. Hämtad från <https://www.sp.se/sv/index/services/certprod/certprodprofil/jord/kalksjo/Sidor/default.aspx>

Svensk Betong. (2013). *Ett naturligt material: Betong – 100% går att återvinna* [Produktblad]. Stockholm: Svensk Betong. Hämtad från http://www.svenskbetong.se/images/pdf/SV_Betong_Prod.Blad_Naturligtmaterial.pdf

Svensk betong. (2016). *Hållbart byggande: Återvinning*. Hämtad från <http://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-platsgjutet/hallbart-byggande/bestandighet-och-livslangd-2>

Teknologiskt institut. (u.å). Flygaska i betong - Betongteknik. Hämtad från http://www.emineral.dk/UserFiles/file/Svensk/903654_900995_FLYGASKA%20I%20BETONG%20BETONGTEKNIK.pdf

Thomas Cement. (2014). Teknisk information – Slagg Bremen. *Thomas Concrete Group*. Hämtad från [http://thomasconcretegroup.com/documents/Thomas_Cement_Teknisk_information_Slagg_Bremen_\(20140116\).pdf](http://thomasconcretegroup.com/documents/Thomas_Cement_Teknisk_information_Slagg_Bremen_(20140116).pdf)

Thomas Concrete Group. (2016). Qlikview. [Pluginprogram]. Thomas Concrete Group

Vägverket. (2003) *ATB VÄG 2003: Kapitel E Obundna material*. Publikation 2003:111. Vägverket, Borlänge

Vägverket. (2004) *Väg- och gatuutrustning: 7 Bullerskydd*. Publikation 2004:80. Vägverket, Borlänge

Ydrevik. K. (2000). *Hållfasthetstillväxt hos ballast av krossad betong: Erfarenheter från laboratiemätningar och provvägsförsök i Sverige*. (VTI notat 69-2000). Linköping: VTI

9 Figur- och tabellförteckning

Figur 1-6: Isaksson P, Nilsson L (2016). Författarnas egna bilder.

Figur 7: Tjörns kommun (2016). *Avfallstrappan*. [Elektronisk bild]. Hämtad från <http://www.tjorn.se/byggabomiljo/avfallchatervinning/kallsorteringochatervinning.4.623b764f13a676a239a9d1.html>

Figur 8: Naturvårdsverket (2010). *Översikt, klassningar av verksamheter*. [Elektronisk bild]. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-0164-3.pdf>

Figur 9: Naturvårdsverket (2010). *Överskådlig information kring kalkprodukter*. [Elektronisk bild]. Hämtad från <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-0165-0.pdf>

Figur 10: Naturvårdsverket (2010). *Högst tillåtna halter metaller i kalkprodukter*. [Elektronisk bild]. Hämtad från <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-0165-0.pdf>

Figur 11: Vennman. T (2010). *Kalkdoserare* [Elektronisk bild]. Hämtad från <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-0165-0.pdf>

Figur 12: C3C (2016). *Betongblocks konstruktion* [Elektronisk bild]. Hämtad från <http://c3c.se/referenser.htm>

Tabell 1: Grändås, M (2012). *Tungmetallhalter i Slagg Bremen och Portlandscement*.

Tabell 2: Isaksson P, Nilsson L (2016). Författarnas egen tabell

Tabell 3: Naturvårdsverket (2010). *Högsta tillåtna halter av föroreningar*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-0164-3.pdf>.

Tabell 4: Naturvårdsverket (2010). *Högsta tillåtna halter av föroreningar vid deponitäckning*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-0164-3.pdf>.

Tabell 5: Grändås, M (2012). *Tungmetallhalter i Slagg Bremen och Portlandscement*. Naturvårdsverket (2010). *Lägsta halter av föroreningar*. Hämtad från <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-0164-3.pdf>.

10 Bilagor

Bilaga 1 – Miljöriskanalys



FÄRDIG BETONG
The Thomas Concrete Group

Karlstad 2012-04-24

Miljöriskanalys av produkten Slagg Bremen vid användning i AB Färdig Betongs produkter

Slagg Bremen är ett mineraliskt tillsatsmaterial (typ II) med latent hydrauliska egenskaper, för användning som bindemedel i betong och bruk enligt SS 137003. Det kallas också för granulerad masugnslagg (GGBS). Det är kvalitetssäkrat och CE-märkt enligt kraven i SS-EN 15167-1 och -2.

Hantering

GGBS motsvarar cements egenskaper varför transport och förvaring bör ske på motsvarande sätt. Trots att GGBS är ett latent bindemedel, hårdnar den efter en tid i kontakt med fukt/vatten, varför lagringen skall ske i torrt klimat. GGBS kan vid kontakt verka irriterande på hud, andningsorgan och ögon, och kan vara skadligt att förtära. En svag lukt av svavel kan förekomma i den fräska betongen, men den försvinner efter några dagar. Lukten härstammar från svavlet i koksen och begränsat i kvalitetssäkringen till max 2 % (SS-EN 15167-1). För fullständig information rörande hantering se separat Säkerhetsdatablad.

Miljöbelastning

GGBS är en biprodukt från tillverkning av järn. Utsläppen av växthusgaser för GGBS kommer främst vid malning och transport. Utsläppen för Slagg Bremen beräknas till ca 30 kg CO₂ per ton, vilket kan jämföras med ca 730 kg för Byggcement.

70-80% av betongens miljöbelastning kommer från cementtillverkningen. Genom att ersätta cement med GGBS kan belastningen minskas. Dessutom ger den förbättrade arbetbarheten av GGBS möjlighet till en reducerad pastavolym. Exempelvis med 100% Slagg Bremen (% av cement vikt) den kan utsläppen för betongen reduceras med nästan 50%.

I nedanstående tabell redovisas tungmetallhalter för Slagg Bremen och typvärden för portlandcement redovisas också som jämförelse. Halterna kan variera något med ingående material och är inte exakta. Gränsvärde gäller Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark med grundvattenskydd.



	Slagg Bremen	Cement	Gränsvärde	Enhet
Arsenik (As)	< 5	5	15	mg/kg
Bly (Pb)	< 5	20	80	mg/kg
Kadmium (Cd)	< 1	0,2	0,4	mg/kg
Kobolt (Co)	< 5	15	30	mg/kg
Koppar (Cu)	< 5	20	100	mg/kg
Krom (Cr)	55	50	120	mg/kg
Krom VI (Cr ^{VI})	<0,2	2	5	mg/kg
Kviksilver (Hg)	< 0,005	< 0,05	1	mg/kg
Nickel (Ni)	< 5	50	35	mg/kg
Vanadin (V)	105	60	120	mg/kg
Zink (Zn)	5	300	350	mg/kg

I GGBS förekommer endast små mängder tungmetaller, och då som en integrerad del i den glasiga strukturen. I betong blir de hårt bundna och undersökningar visar att endast en liten del kan lakas ur (mindre än 1 %).

Sammanfattning av miljöriskanalys för Slagg Bremen:

- Slagg Bremen hanteras på exakt samma sätt som andra bindemedel till betong.
- Dess innehåll och lakbarhet av farliga ämnen är generellt låg. I jämförelse med cement är det lika eller lägre.
- Kan förekomma en svag lukt av svavel i färsk betong. Lukten försvinner inom några dagar och utgör ingen hälsorisk.
- Reducerar betongens klimatpåverkan med upp till 50 %.

Med vänliga hälsningar,

Mattias Grändås

Miljöchef, AB Färdig Betong

Bilaga 2 – Klassning av farligt avfall utifrån innehållet av farliga ämnen

NATURVÄRDSVERKET

KLASSNING AV FARLIGT AVFALL

2013-02-13

Kontakt: avfall.kemikalier@naturvardsverket.se

Klassning av farligt avfall utifrån innehållet av farliga ämnen

I bilaga 4 till avfallsförordningen klassificeras vissa avfallstyper som farligt avfall genom en hänvisning till det aktuella avfallets innehåll av farliga ämnen. I bilaga 1 ligger förteckningen av egenskaper.

Med farligt ämne avses sådana ämnen som har klassificerats eller som kommer klassificeras som farliga enligt förordning (EG) nr 1272/2008.

14 egenskaper gör ett avfall till "farligt avfall"

- Avfallet ska endast betraktas som farligt avfall om koncentrationen av det farliga ämnet (det vill säga viktprocenten) är så hög att avfallet uppvisar en eller flera av de egenskaper som anges i bilaga 1 till avfallsförordningen.
- Ofta kan det vara lämpligt att börja med att bedöma de kvantifierade egenskaperna H3 – H8 samt H10 – H11 hos avfallet.
- För egenskapen "brandfarlig" gäller inte "viktprocenten" utan avfallets flampunkt används som klassningsgräns. Halt- och flampunktsgränser återfinns under anmärkningar till bilaga 1. Emellertid är det endast för vissa av egenskaperna i bilagan (H 3 - H 8 samt H 10 och H 11) som gränsvärden för koncentrationer/flampunkter har satts upp i avfallsförordningen.
- När det gäller andra egenskaper (H 1, H 2, H 9 och H 12 – H 14) får avfallsklassningen göras utifrån förutsättningarna i det enskilda fallet och med stöd av de eventuella testmetoder som kan vara framtagna för att bedöma egenskaperna.
- Även om EG-harmoniserade gränsvärden ännu inte finns framtagna för att bedöma egenskapen H 14 "ekotoxisk" i avfallet, så skall denna egenskap hos avfallet bedömas. Vi hänvisar tills vidare till de faroklassificeringar och de gränsvärden som finns för ämnen och preparat i kemikalieregelverket. Alternativa eller kompletterande metoder för att bedöma miljöfarligheten kan komma att användas i en nära framtid.
- Starkt förenklat innebär detta att ett avfall ska betraktas som farligt avfall om det har sådana egenskaper att det skulle betraktas som en farlig kemisk produkt enligt kemikalieregelverket.
- Ifall man enbart kunnat bestämma sammansättningen av avfallets grundämnen, bör det framgå vilka kemiska föreningar som farobedömningen baserar sig på samt deras respektive riskfraser. Ovanstående gäller särskilt för sådana ämnen som kan ha betydelse för klassningen.

Kontakt: avfall_kemikalier@naturvardsverket.se

Lista med de 14 farlighetsegenskaperna

- H1: Explosivt
- H2: Oxiderande
- H3-A: Mycket brandfarligt
- H3-B: Brandfarligt
- H4: Irriterande
- H5: Hälsoskadliga
- H6: Giftigt
- H7: Cancerframkallande
- H8: Frätande
- H9: Smittförande
- H10: Fosterskadande
- H11: Mutagent
- H12: Ge upphov till giftiga eller mycket giftiga gaser i kontakt med vatten, luft eller syra
- H13: Efter omhändertagande ge upphov till ett annat ämne, t.ex. lakvätska som har någon av de ovan uppräknade egenskaperna
- H14: Ekotoxiskt: Ämnen och preparat som omedelbart eller på sikt kan innebära risk för en eller flera miljösektorer.