

11902

ANKOM

2007-06-14

Slutrapport SBUF projekt 11902

Bearbetning av spill från gipsskivor

Arbetsgrupp

Mats Wiklund, Lindbäcks bygg AB
Anna Lehto, GMI AB, Piteå
Anders Lagerkvist, Avd f avfallsteknik, LTU

Styrgrupp

Erik Lindbäck – Lindbäcks Bygg
Anders Lagerkvist – LTU, professor avfallsteknik
Jan Petschler - Sveriges Byggindustrier
Rolf Fahlman ATL Piteå

Projektsammanfattning: Bearbetning av spill från gipsskivor.

I projektet har en kartläggning gjorts av gipsförbrukning och fallande mängder gipsavfall i Norr- och Västerbotten. Informationerna har i huvudsak inhämtats genom personkontakter. Information om alternativ hantering av gipsavfall har i huvudsak inhämtats från litteratur.

Resultaten visar att endast en mindre del, ca 10%, av de ca 20 000 ton gipsskivor som årligen används i regionen omhändertas som gips. Fallande avfallsmängder uppskattas till minst det dubbla, men merparten av detta faller blandat med andra material som deponiärest. Totalt förefaller avfallsbildningen vara klart lägre än förbrukningen.

Kostnaderna för omhändertagandet kan skattas till runt 4 MSEK per år, merparten av detta utgörs av deponeringskostnad. Endast en mindre del av gipsavfallet återvinns idag.

Långa avstånd till avnämare i södra Sverige talar för att deponering förblir det dominerande sättet att omhänderta gipsavfallet. För att ändra på detta behövs ett lokalt nyttiggörande. Gips har många användningsområden, från tillsats i odlingsjord till framställning av specialcement och flytspackel.

Med tanke på de relativt små och spridda mängder gipsavfall som regionen genererar är en enkel lokal användning vid produktion av anläggningsjord ett alternativ som förefaller realiserbart på kort sikt.

Gipsens innehåll av främst svavel- och kalcium, har ett odiskutabelt värde för växtodling och har länge använts inom jordbruk. Gipsavfallet består av en blandning av flera material och det finns ett antal frågor kring hanteringen av detta som måste klarläggas innan ett säkert nyttiggörande kan garanteras både med avseende på miljö- och arbetsmiljö. För att denna användning skall kunna etableras lokalt behöver dessutom enkla och ekonomiska metoder utprovas.

Förutsatt att ett miljöanpassat nyttiggörande kan etableras och en lokal avsättning för gipsavfall skapas, så kommer även incitament att finnas för att utveckla renare gipsavfall och på så sätt kan mängden deponiärest minskas.

Som nästa etapp i utvecklingsarbetet föreslår projektgruppen att tester utförs i pilotskala med inblandning av gipsavfall i anläggningsjord. Dessa undersökningar tar främst sikte på att dokumentera miljöpåverkan från inblandningen, men inbegriper även test av teknik för sönderdelning separation och inblandning, liksom en ekonomisk utvärdering av förfarandet.

1. Inledning

Hantering av spill från gipsskivor blir en allt större kostnad för byggindustrin. De alternativ som finns i dag är att köra spillet till deponering eller returnera det till tillverkaren som finns i Skåne. För avfall som uppstår i Norr- och Västerbotten kan båda alternativen uppskattas kosta runt 1000kr/ton.

I föreliggande arbete har förutsättningarna för alternativt nyttjande av gipsavfallet undersökts, de frågor som har bearbetats berör:

- Avfallets bildning
- Hur det hanteras idag
- Vilka egenskaper materialet har av relevans för annan användning
- Vilka alternativa användningar som kan vara aktuella

En avgränsning har gjorts till förhållanden som råder i norra Sverige.

2. Materialegenskaper

Gips eller selenit, är ett naturligt förekommande mineral. Mineralen uppstår även som en restprodukt t ex vid rökgasrening (det kallas industrigips). Finkornig naturlig gips kallas alabaster. Gips har traditionellt använts för tillverkning av olika produkter, t ex skulpturer, som fyllmaterial i olika produkter, i jordbruk och som regulator av portlands cementens bindningshastighet.

Gipsskivor har en hundraårig historia, på riksantikvarieämbetets hemsida (Riksantikvarieämbetet, 2007) kan man läsa följande:

”Föregångaren till den moderna gipsskivan uppfanns 1894 av den amerikanske kuvert- och kragfabrikanten August Sacket. Dessa skivor var uppbyggda av papper som doppats i en gipsmassa och lades upp på vals i tio lager. Innan gipsen hade stelnat togs skivan av, planades ut och kapades.

Den moderna skivtypen, med gips mellan två lager kartong, patenterades i USA av Stephen Kelley 1908 och 1910 utvecklade amerikanen Clarence Utzman skivan och försåg den med omvikt kartong på kanterna. Vid denna tid började man tillverka skivorna plant på långa band. Skivor med försänkta kanter lanserades 1939. På 1950-talet börjar man tillverka ljudabsorberande gipskassetter utan kartongbeklädnad.

Första importen av gipsskivor till Sverige skedde 1927 och 1957 startade den första svenska tillverkningen i Varberg. Numera hanteras tillverkningen av skivprodukter av multinationella koncerner och i Sverige finns idag (2001) endast ett tillverkningsställe, i Åhus.”

2.1 Material som ingår i gipsskivor.

En gipskiva består av gips med tillsatser. Den volymmässigt dominerande tillsatsen är luft, ca 70 % av en gipskiva utgörs av porer (Norgips 2007). Gipsen kommer endera från naturliga mineraliseringar eller från industriella processer. Beroende på ursprung

kan olika spårämnen ingå. Runt 90 % av en gipsskivas vikt utgörs av gips. Inblandning av upp till ca 20% återvunnet gips förekommer (Gyproc, 2007a). Ytskikten av kartong gör att en vanlig skiva består av ca 5 viktprocent träfiber. Riksantikvarietämbetet (2007) listar en rad förekommande tillsatser:

"Följande tillsatsmedel kan användas vid tillverkning av gipsstuck och gipsskivor:

Stärkelse (framställs av majs eller vete) – förbättrar vidhäftningen mellan kartong och gips
Accelerator (exempelvis kaliumsulfat) – gör att gipsmassan stelnar snabbare
Retarder (exempelvis modifierade proteiner, tegelkross eller öl) – hindrar gipsen att stelna under blandningsprocessen
Fyllmedel (vermiculit, perlit eller olika lerarter) – förbättrar de brandtekniska egenskaperna hos brandsäkra produkter
Fiberarmering (cellulosafiber, nöthår, metallnät eller glasfiber) – ökar segheten hos produkterna

Följande tillsatser och tillägg förekommer dessutom vid tillverkning av gipsskivor:

Skummedel (flytande såpa) – ger den stelnade gipsen önskad volymvikt
Flytmedel (exempelvis ett salt av lignosulfat) – minskar vattenmängden som krävs för gjutningen
Hydrofoberingsmedel (silikoner och paraffinvax) – ökar fuktskyddet hos utomhusprodukter
Ytskikt (exempelvis returkartong, lackerad kartong eller aluminiumfolie) – ger skivorna förbättrad hanterbarhet, slitstyrka och slagåtlighet
Lim (PVA-lim) – limning utefter långsidorna vid omvikt kartong." PVA står för polyvinylacetat.

Undersökningar utförda av Korcak (1996) visar på ungefär samma halter av ett antal föroreningar som i jordbruksgips, se tabell 1. Beträffande avfallsgips från byggen och rivningar får man räkna med att föroreningsgraden blir högre och mer varierande.

Tabell 1. Jämförelse av metallinnehåll i malda gipsskivor och jordbruksgips. Data citerade ur University of Georgia (2007).

Spårämne (ppm)	Malda gipsskivor	Jordbruksgips
Aluminium	1180 -1320	152 - 190
Arsenik	3,8 - 6,7	0,28 - 0,45
Barium	25,8 -29,6	7,7 - 9,4
Bly	28,20	Inga data
Kadmium	0,4 - 1,0	0,05 - 1,0
Kobolt	4,1 - 4,8	4,0 - 4,9
Koppar	10,2 - 12,2	7,7 - 8,1
Krom	16,7 - 18,8	8,0 - 11,6
Kvicksilver	<0,01	Inga data
Nickel	3,8 - 6,7	0,7 - 1,0
Strontium	850 - 880	1 030 - 1 070
Zink	18,0 - 19,5	6,7 - 8,2

2.2 Materialegenskaper

Gips är ett relativt mjukt mineral, hårdheten är 2 på Mohrs skala, där diamant är 10 och talk har hårdheten 1. Mineralens densitet är 2,3 kg/l. och det har summaformeln $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Kristallvattnet utgör ca 20 viktprocent av mineralet. Vid upphettning, s k kalcinering, avgår en del vatten och gipsen sönderfaller till ett vitt pulver med ca 10% vatteninnehåll. Tillsätter man vatten igen frigörs hydratiseringsvärme och det binder ihop på nytt. När det härdat och överskottsvattnet torkat bort är vattenhalten tillbaka på ca 20 %. Upphettning får inte göras vid högre temperatur än 200 grader för att processen skall förbli reversibel. På kalcineringen är det inte lämpligt att använda gipsskivor i torra miljöer som är varmare än 45 grader. När gips stelnar sväller det en smula men förblir sedan formstabil upp emot höga relativa fukthalter.

Fuktig gips verkar korroderande på stål vilket kan orsaka missfärgning av gipsen och en försvagning av strukturer av stål. Ur arbetshygieniskt perspektiv är damning ett problem.

Kartongen som bildar ytskikt på gipsskivor ökar skivans dragstyrka vid torrt tillstånd. I fuktiga miljöer kan kartongen ge grogrund för mögeltillväxt- och i vissa fall toxinbildning.

Vid deponering av gips kan det under vissa förhållanden bildas (reducerande förhållanden med tillgång till vatten) stora mängder divätesulfid, en illaluktande och giftig gas. Det är ett problem som uppmärksammats i grannskapet till byggavfallsdeponier i USA (Plaza et al. 2006; Lee et al. 2006).

3 Avfallsbildning

Två producenter dominerar marknaden i Sverige och även i regionen (Norr- och Västerbotten). Användningen av gipsskivor är stabil relativt andra byggmaterial, 1998-99 låg förbrukningen kring 340 kton och 2005 var den ca 400 kton (Lilliehorn 2007), den totala byggproduktionen uppvisade samma trend. Omräknat för regionen motsvarar 2005 års förbrukning ca 20 000 ton.

En snarlik uppskattning ges av de största leverantörerna. Utgående från uppgifter från Gyproc (Mikaelsson 2007) och Norgips (Arvidsson, 2007) kan den sålda mängden gipsskivor i regionen uppskattas till ca 2,3 Mm². Med en vikt av 9,2 kg/m² motsvarar detta ungefär 21000 ton per år.

Hur mycket av materialet som bildar avfall är osäkert. Vid undersökningar på byggplatser har varierande avfallsmängder observerats, ofta i intervallet 10-15%. Rivningsavfall tillkommer och kan i framtiden komma att nå ungefär samma nivå som användningen av byggmaterial, men dit är det ännu en tid eftersom rivningen av byggnader med gipsskivor inte ännu har samma omfattning som byggandet. Både bygg och rivningsavfall samlas till stor del in sorterat vilket försvårar en skattning, men försiktigt räknat bör den årligt fallande mängden gipsavfall uppgå till minst 4000 ton, vilket fördelas ungefär lika mellan bygg- och rivningsavfall.

Data om bygg- och rivningsavfall är behäftade med diverse osäkerheter beroende på hantering och klassificering. Dessutom varierar mängderna över tid och plats beroende på en mängd faktorer, inte minst arbetsplatsernas organisation. En intressant metod för regionala och nationella estimat föreslogs av Yost och Halstead (1996). I denna metod baseras estimatet på byggkostnader och antagna kvadratmeterkostnader och avfallsmängder per yta. De nyckeltal för gipsskiveavfall vid byggande (i USA) som de använde varierade mellan 1 kg/m² för renovering av kommersiella lokaler till ca 5 kg/m² för nyproduktion av bostäder. Renovering av bostäder genererade ca 2 kg gipsskiveavfall per m². Norsk statistik från 1998 (Rönningen, 2000) anger mängden byggavfall till 35 kg avfall per m² för småhus och andelen gips till 10% av detta. För flerbostadshus beräknas avfallsmängden till 29 kg per m² varav gips är ca 5%.

Vid en undersökning på byggen i sydvästra Sverige 1983 observerades att mellan 5 och 14 % av inköpt gips blev spill och att detta motsvarade 0,2 – 1,6 % av totala materialkostnaden vid byggerna (SBUF 1997). Ett försök med spillminimering genomfört av Danogips samarbete med NCC ledde till att endast 5% blev spill (Strålfors 2007). SBUF (1994) pekar på att källsortering vid byggen är svårt att få lönsamt (vid en efterhanteringskostnad av 500 kr/ton) medan däremot förebyggande åtgärder som t ex retursystem för emballage framhålls som mera kostnadseffektivt. En fallstudie i Västerås anger att ca 50 % av materialet kan sorteras i olika värdefraktioner med utbyggd källsortering medan "traditionell" sorteringsgrad på byggavfall anges till ca 10%.

Ett annat sätt att skatta mängden gipsavfall är att se till mottagna avfallsmängder. Några av de större avfallsanläggningarna och en större husfabrik i regionen har uppgett följande tal.

Tabell 2. Mottagen mängd gipsavfall i regionen

Mottagare	Ton	Källa/kommentar
Bodens Kommun	713,5	(Fägerman, 2007) avser genomsnitt för 2005 och 2006
Danogips	300	Lindbäck (2007)
Luleå Kommun	184	Åker (2007), avser 2005
Piteå Kommun	50	Fors (2007)
Skellefteå	0	Bergström (2007) Ingen ren gipsfraktion tas omhand
Umeå Kommun	300	Andersson (2007). Avser 2007. Hälften kommer sorterat, resten sorteras på plats
Summa:	1547,5	

De i tabell 2 angivna avfallsmängderna ryms inom den skattade mängden gipsavfall och är relativt hög i relation till den antagna avfallsmängden, eftersom en stor del av bygg- och rivningsavfallet hanteras osorterat idag. Utan mera omfattande mätningar kan man bara konstatera att den nuvarande mängden återvinnbart gipsavfall från byggsektorn i regionen är i storleksordningen något tusental ton per år och att den sannolikt kommer att öka.

4 Nuvarande hantering

Rent gipsavfall kan lämnas till Danogipsfabriken i Åhus, Gyprocs fabrik i Bålsta och Norgips fabrik i Svelvik, Norge. Återtaget gips kan användas vid produktionen av nya gipsskivor. Båda de stora gipsskivetillverkarna i Sverige har system för att återta gipsspill. Det mest kundnära systemet har Gyproc i Bålsta som erbjuder kunderna att lämna i storsäck (Gyproc, 2007b) som hämtas av företaget. Enligt uppgift från en användare ryms ca 600 kg i en säck om 1000 liter (Wikström 2007), vilket förefaller högt eftersom kompktdensiteten bara är 0,7 ton per kubikmeter. Kostnaden är 550 kr per säck och för fri hämtning krävs minst tre säckar. På senare år har flera system för mobila återvinningsanläggningar utvecklats, se t ex Gypsum Recycling (2007). En förutsättning är att det finns lämpliga insamlingsplatser.

Enligt uppgift (Mikaelsson 2007) tas idag obetydliga mängder i retur från regionen, det mesta tas omhand vid regionens upplag. Mottagningsavgiften vid de större upplagen varierar mellan 1000 och 1400 kr/ton för sorterat avfall och ett par hundra kronor lägre för rent gipsavfall (935-980 kr/ton). Alltså kan kostnaderna för mottagning av gipsavfallet i regionen uppskattas kosta minst 4 MSEK/år.

5 Alternativt nyttjande

5.1 Alternativa användningsområden

En rad användningar av gipsinnehållande avfall finns beskrivna i litteraturen, endast ett fåtal publikationer är direkt inriktade på gipskiveavfall med andra gipshaltiga restprodukter är mer ofta omtalade, t ex rökgasreningrester eller rester från processindustri:

- Enligt en uppgift i askhandboken (Hjalmarsson et al. 1999) finns det en tillämpning i Italien av gipsavfall tillsammans med flyg- och bottenaska för tillverkning tegel med hög densitet och hållbarhet (referens till Clarke 1992). Kumar (2002) pekar på samma ingredienser vid tillverkning av billigt tegel och hålblygstenar.
- Specialcement för inkapsling av farligt avfall (Zhou et al. 2006, Rha 2000).
- Vägbyggnad (Hill et al. 2001, Wahlström et al. 2000 (testmetod)).
- Inblandning av jord för att reducera fosforutlakning (Stout 1999).
- Inblandning i jord för att reducera erosion (Fauziah et al. 1996).
- Tillverkning av murbruk (Sikalidis 2002).
- Sanering/Revegetering av alkaliska, saltrika jordar (Wong och Ho 1993; Weber & van Rooyen 1971).
- Ersättning av naturgips i cement (Ozkul, 2000).
- Tillverkning av absorbent/kattsand (Marcoux 2000).
- Tillverkning av anhydritcement (Singh 2000).
- Flourrening av dricksvatten (Shuiling 1990).
- Användning i golvavjämningsprodukter är vanligt i centrala Europa, i tysktalande länder kallat Estrich.

Vid försök till utvinning av användbara konstruktionsmaterial ur byggavfall och rivningsavfall har dåliga erfarenheter gjorts med centrala kross- och sorteringsanläggningar (Tam & Tam 2007). Materialvariationerna är stora och det behövs ett källsorteringssystem för att kunna använda materialet på ett bra och säkert sätt. Liknande observationer gjorde Wahlström *et al.* (2000).

5.2 Ytterligare alternativ, framtida behov

Naturgips är en relativt billig råvara och därför kan inte avfallsgips samlas in och hanteras i för små mängder. För regionen Norr- och Västerbotten är dessutom avstånden stora inom regionen och till svenska tillverkare utanför regionen. En rationell återanvändning av gipsavfall startar därför med att den kan samlas på ett antal mottagningspunkter tills en effektiv transport kan ske. Kostnaden för återvinningen måste finansieras med produktvärde och minskad deponeringskostnad. Detta talar för att i första hand enkla tillämpningar bör sökas.

En idag använd teknik är mobila kross- och separationsanläggningar som genererar råvara som kan användas för tillverkning av nya skivor (se t ex Gypsum Recycling, 2007; Andela Products Ltd., 2007). Den mängd gipsavfall som omhändertas som sådant har idag ett stort inslag av byggavfall och är därmed relativt rent och lätt att använda vid nyproduktion av gipsskivor. Den större mängden gipsavfall, som kan vara svårare att nyttja, kommer att bildas när miljonprogrammets hus blir rivningsavfall.

Gips har länge används som svavel- och kalkkälla i jordbruk. I praktverket *Jordbrukslärans hufvudgrunder* rekommenderades t ex 200-250 kg gipstilltsats per hektar för ärtodling (Arrhenius och Hallenberg, 1908). Ett mindre krävande alternativ som kan passa för gipsavfall är inblandning i anläggningsjordar för grönytor. Särskilt etablerat verkar detta alternativ vara i USA. I Wisconsin finns t ex råd om ”best practices” för inblandning av gipsavfall i jord vid byggplatser, det rekommenderas 0,2-1 kg per kvadratmeter beroende på jordkvalitet, sandiga jordar kan ta mindre än tyngre jordar (WasteCap Wisconsin, 2007). Gipsskivor har ungefär samma innehåll som jordbruksgips, men en förhöjd halt av vissa föroreningar, som t ex aluminium, arsenik, bly och krom, dock inte överstigande amerikanska gränsvärden, se tabell 1 (University of Georgia, 2007).

En tillämpning som idag inte har undersökts är om avfallsgipsens egenskaper kan nyttiggöras vid *in situ* marksanering. De i litteraturen identifierade effekterna av gipsinblandning tyder på att det för vissa jordar och föroreningstyper skulle kunna vara ett intressant alternativ. Detta behöver undersökas vidare.

Mängden gipsavfall kan förväntas öka. Idag är det en liten del av det deponerade avfallet, men i takt med att olika restprodukter återvinns i större omfattning och mängden gips i rivningsavfall ökar kommer det att bli en betydande del av inflödet till våra deponier och ta en rätt stor volym i anspråk, skrymdensiteten för gipsavfall uppges bara vara 0,2-0,25 ton per kubikmeter (Gypsum Recycling, 2007).

En faktor som skulle kunna påverka insamlingen av ”rent” gipsavfall är mottagningskostnaden. Idag är skillnaden liten mellan blandat byggavfall och sorterad gips, men det är enkelt att ändra på det. Utformningen av återvinningscentralerna är en annan påverkbar faktor, idag samlas gipsavfallet som restavfall i blandning med annat,

vilket reducerar de återvinnbara mängderna. Bygg och rivningstekniken har även en uppenbar påverkan på möjligheten att återvinna materialet.

5.3 Möjliga intressenter i regionen

Idag omhändertas gipskiveresterna som avfall och avfallsbolaget Nordmark Miljöteknik/RagnSells AB hanterar den största mängden i regionen. Andra möjliga intressenter kan vara tillverkare av jordförbättringsprodukter, t ex Norrlandsjord AB i Luleå. Cementtillverkare respektive gipsskivetillverkare finns i närområdet i Norge respektive Finland. Inom anläggningsbyggande, t ex deponitäckning, eller markstabilisering finns flera möjliga intressenter.

6 Slutsatser

6.1 Ekonomi

Avfall är per definition något som någon vill göra sig av med och därför behäftad med ett negativt värde. Den mest påtagliga kostnadskomponenten är deponeringen och därefter transportkostnaderna. Idag kan varje alternativ hantering som kostar mindre än ca 1000 kr per ton vara intressant.

På intäktssidan är potentialen begränsad. I alla användningar finns platspriset för naturgips som en övre prisgräns för de produkter som kan produceras. Priset för naturgips varierar med plats och tid, men kan ligga runt 200 kronor tonnet där det produceras, levererat i regionen blir priset högre och dessutom varierande med mängden.

Om en efterfrågan av naturgips kan ersättas skulle återvinningen alltså kunna ha en intjäningspotential på mer än 1000 kr per ton. Det är dock osäkert om en sådan efterfrågan existerar.

6.2 Teknik

Den vanligaste tekniken för återvinning inbegriper krossning och separation. För användningar där inte pappersfraktionen är störande kan det räcka med sönderdelning. En teknik för sönderdelning är med en sk slagkross. Denna metod medför en stor mängd finmaterial vilket gör att damningsproblem kan uppstå. Även en träfliskross kan vara möjlig att använda. Dessa krossmetoder medför höga temperaturer vilket kan påverka gipset. Vid krossning krävs stora volymer gips vilket gör att ett fungerande lagringssystem måste finnas, dels för att tekniken kräver det och dels för att en sådan kross kan behöva hyras in.

Ett annat alternativ kan vara att vid jordtillverkning fräsa materialet och på så sätt blanda in det i till exempel anläggningsjord. Om gipsskivorna kan sönderdelas tillräckligt med denna metod samt ge ett tillräckligt homogent material måste dock undersökas.

Ytterligare en metod kan vara att använda sig av en så kallad ALU-skopa som med roterande armar sönderdelar materialet. Denna metod skulle vara lämplig för mindre

volymer som istället genereras regelbundet då metoden inte kräver stora volymer. Vid ett försök hos Norrlandsjord AB var resultatet mindre lovande eftersom pappersflagor återstod som gav ett skräpigt intryck (Johansson, 2007).

6.3 Miljö

Gipsavfallet i sig utgör inget miljöhot. I kombination med reducerande material och fukt kan svavelväte bildas, vilket är en giftig gas (kolla gränsvärde med arbetsmiljöverket) som dessutom har en störande lukt av ruttna ägg. Därför är doseringen och redoxförhållandena faktorer som måste vägas in vid olika tillämpningar. Gips från rivningsavfall kan dessutom erbjuda andra risker vilka måste värderas. Gips är relativt lösligt kring neutrala pH-värden och kan t ex bidra till att höja salthalten i markvatten, vilket är en annan faktor att värdera. På den positiva sidan bidrar gips med de essentiella grundämnena svavel och kalcium och ett antal ovan angivna effekter på marks egenskaper.

6.4 Åtgärder för att minska deponeringen av gipsavfall

Idag faller mycket av gipsavfallet tillsammans med andra material. Då olika material sorterar ut ur det blandade avfallet hamnar gips ofta i deponiresten. För att komma tillrätta med detta behöver förmodligen prisskillnaden mellan att lämna rent gipsavfall och blandat avfall bli större samtidigt som en infrastruktur för separat hantering byggs upp, t ex vid återvinningsstationer. En lokal användning av gipsavfall skulle kunna motivera att sådana åtgärder görs.

Det har i flera försök visats att hanteringen av byggmaterial kan variera påtagligt och relativt små spillmängder (kring ca 5%) kan uppnås om detta prioriteras. Idag verkar inte detta ske i större omfattning. Efterhand som byggprocessen industrialiseras kommer spillmängderna att avta samtidigt som separat hantering av olika material underlättas.

Det finns idag en väl fungerande teknik för återvinning av gipsavfall i industriell skala. Det saknas däremot enkla och billiga tekniker som kan användas vid mindre avfallsflöden. Metoder behöver utformas för lokala användningar. Praktiska tester av krossning, separation och blandning och de faktorer som påverkar dessa processer behöver utföras. Genom att möjliggöra ett lokalt nyttiggörande av gipsavfallet motiveras åtgärder för separat hantering i tidigare led.

7. Förslag på fortsatt arbete

Den enklast tänkbara användningen av avfallsgips är krossning och inblandning i anläggningsjord. Separationen kan undvikas i tillämpningar där pappersfragmenten inte stör. I anläggningsjord kan papper ha en positiv effekt som fukthållande och för adsorption av lösta salter.

Några frågor behöver undersökas vidare inför en sådan tillämpning. I första hand gäller det:

- Eventuella juridiska komplikationer
- Lämplig partikelstorlek
- Lämplig dosering

Försök bör utföras i en skala som medger användning av praktiskt rimliga tekniker för neddelning och inblandning. Till försöken bör insådd göras med gräsfröblandningar och i utvärderingen bör ingå observationer av:

- Lukt
- Utlakning
- Växtmassa
- Eventuella selektionseffekter

Försöken utförs lämpligen under minst två växsåsonger.

Kompletterande undersökningar av andra tillämpningar, t ex i aktiva filter för metallretention eller för sanering av metallförorenad jord kan utföras parallellt i mindre skala.

Erkännanden

Till projektets finansiärer; SBUF, Norrbottens Byggmästarförening och deltagande företag, riktas ett varmt tack. Ett stort tack även till alla uppgiftslämnare och till projektets styrgrupp för givande diskussioner.

Referenser

- Andela Products Ltd. (2007) Gypsum Board recycling system,
<http://www.andelaproducts.com/products/drywall.html>
- Arrhenius, J. P., Hallenberg, J. F. (1908) *Jordbrukslärans hufvudgrunder*, 11 utgåvan,
<http://runeberg.org/jordbruk/0295.html>
- Clarke, L.B. 1992, *Applications for coal-use residues*, IEA Coal Research, London,
rapport IEACR/50.
- Fauziah, I., Zauyah, S., Jamal, T. (1996) Characterization and land application of red gypsum: a waste product from the titanium dioxide industry, *The Science of the Total Environment*, 188, 243-251.
- Gyproc (2007a) Gyproc byggvarudeklaration - Gipsskivor,
[http://www.gyproc.se/Gyproc/Files.nsf/0/861525CF815579DAC12571F6003E9B84/\\$FILE/ByggdekGips.pdf](http://www.gyproc.se/Gyproc/Files.nsf/0/861525CF815579DAC12571F6003E9B84/$FILE/ByggdekGips.pdf)
- Gyproc (2007b) Gyproc återvinning,
[http://www.gyproc.se/Gyproc/Files.nsf/0/230990653A16C0B4C12571260044AEF6/\\$FILE/GyprocÅtervinning.pdf](http://www.gyproc.se/Gyproc/Files.nsf/0/230990653A16C0B4C12571260044AEF6/$FILE/GyprocÅtervinning.pdf)
- Gypsum Recycling (2007) The unique gypsum recycle system,
<http://www.gypsumrecycling.biz/?Side=5418&Udvid=1>
- Hill, A. R., Dawson, A. R and Mundy, R. (2001) Utilisation of aggregate materials in road construction and bulk fill, *Resources, Conservation and Recycling*, 32, 305-320.
- Hjalmarsson, A.-K., Bjurström, H., och Sedendahl, K. (1999) Handbok för restprodukter från förbränning, Fjärrvärmeföreningen, Stockholm,
www.energiaskor.se
- Korcak, R. 1996. *Scrap Construction Gypsum Utilization*. Final Report. USDA-ARS, Beltsville, MD
- Lee, S., Xu, Q., Booth, M., Townsend, T. G., Chadik, P., and Bitton, G. (2006) Reduced sulfur compounds in gas from construction and demolition debris landfills, *Waste Management*, 26, 526-533.
- Macoux, G & Beshay, A. (2000) Production of commercially useful material for waste gypsum boards, *PatentsALERT!/Cement & Concrete Composites*, 22, 309.
- Norgips (2007) Gipsskivans uppbyggnad, <http://www.norgips.se/index0,75.htm>
- Ozkul, M. H. (2000) Utilization of citro- and desulphogypsum as set retarders in Portland cement, *Cement and Concrete Research*, 30, 1755-1758.
- Plaza, C., Xu, Q., Townsend, T. G., Bitton, G., Booth, M. (2006) Evaluation of alternative landfill cover soils for attenuating hydrogen sulfide from construction and demolition (C &D) debris landfills, *Journal of Environmental Engineering*, in press.
- Rha, C.Y., Kang, S.K., and Kim, C.E (2000) Investigation of the stability of hardened slag paste for the stabilization/solidification of wastes containing heavy metal ions, *Journal of Hazardous Materials*, B73, 255-267.
- Riksantikvarieämbetet (2007) Gips - Materialets historia,
http://hildebrand.raa.se/materialguiden/index.asp?page=mat_show&matid=74&chptid=263
- Rönningen, O., (2000) *Bygg- og anleggsavfall – Avfall från nybygging og rivning. Resultat og metoder*. Rapport 2000/8, Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- SBUF (1994) Restprodukter i det byggindustriella kretsloppet, SBUF informerar, 94:02, SBUF, Stockholm.
- SBUF (1997) Materialspill på 14 byggarbetsplatser, SBUF informerar, 97:05, SBUF, Stockholm.

- Shuiling, R. D. (1990) Geochemical engineering: some thoughts on a new research field (1990) *Applied Geochemistry*, 5, 251-262.
- Sikalidis, C. A., Zabaniotou, A. A., and Famellos, S. P. (2002) *Resources, Conservation and Recycling*, 36, 155-167
- Singh, M. & Garg, M. (2000) Making of anhydrite cement from waste gypsum, *Cement and Concrete Research*, 30, 571-577.
- Stout, W. L., Sharpley, A. N., Gburek, W. J., and Pionke, H. B. (1999), *Fuel*, 78. 175-178
- Tam, V. W. Y., & Tam. C. M. (2007) Crushed aggregate production from centralized combined and individual waste sources in Hong Kong, *Construction and Building Materials*, 21, 879-886.
- University of Georgia (2007) On-Site Beneficial Use of Scrap Wallboard in Georgia Residential Construction, <http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubs/PDF/B1223.pdf>
- Wahlström, M., Laine-Ylijoki, J., Määttänen, A., Luotojärvi, T., and Kivekäs, L. (2000) Environmental quality assurance system for the use of crushed mineral demolition wastes in road construction, *Waste Management*, 20, 225-232.
- WasteCap Wisconsin (2007) Wisconsin Best Management Practices for Processing and Applying Waste Gypsum Wallboard as a Soil Amendment on Construction Sites, http://www.wastecapwi.org/documents/BMP_drywall_on_home_sites_final.pdf
- Weber, H. B. & van Rooyen, P. C. (1971) Polysaccharides in molasses meal as an ameliorant for saline-sodic soils compared to other reclamation agents, *Geoderma*, 6, 233-253.
- Wong, j. W. C., Ho, G. E. (2003) Use of waste gypsum in the revegetation on red mud deposits: A greenhouse study, *Waste Management & Research*, 11, 249-256.
- Yost, P. A., & Halstead, J. M. (1996) A methodology for quantifying the volume of construction waste, *Waste Management & Research*, 14, 453-461.
- Zhou. Q, Milestone, N. B., and Hayes, M. (2006) An alternative to Portland Cement for waste encapsulation – The xalcium sulfoaluminate cement system, *Journal of Hazardous Materials*, 136, 120-129.

Muntliga referenser:

- Andersson, Jan-Olof, Ragn-Sells AB, 070-9274909
- Arvidsson, Johan (2007) Norgips Svenska AB, 019-207450
- Bergström, Tommy (2007) Skellefteå Renhållning, 0910-735406
- Fägerman, Thomas (2007) Ragn-Sells AB, 0709272768
- Fors, Annika (2007) Renhållningen i Piteå, 0911-66618.
- Johansson, Kurt (2007), Norrlandsjord AB, 070-2501773
- Lilliehorn, Per (2007), Kretsloppsrådet, tel 08-248410.
- Lindbäck, Erik (2007) Lindbäcks bygg AB, 0911-231010
- Mikaelsson, Anders (2007) Gyproc AB, tel 070-3268630.
- Strålfors, Mikael (2007) Danogips, tel 0708-289506.
- Strålfors, Mikael (2007) Knauf Danogips, 044-28 95 06
- Wikström, Torgny (2007) Lindbäcks bygg, 0911-231010
- Åker, Peter (2007) Luleå Kommun, 0920-453087.