

**PROCESSUTVECKLING OCH ENERGIBESPARING
I MINERALINDUSTRIN –
EXEMPEL FRÅN MINBAS II PROGRAMMET OCH MINFOS
ENERGIPROJEKTPAKET**

Marianne Thomaeus, Research director,
MinFo- Swedish Mineral Processing Research Association

Drottning Kristinas väg 26
S-100 44 Stockholm, Sweden

Sammanfattning

Under år 2007 startade två större utvecklingsprogram inom den svenska industrimineral, bergmaterial och naturstensindustrin. Den ena är utvecklingsprogrammet MinBaS II; ett 4-årigt program riktat mot produktions- och processutveckling, produkt- och applikationsutveckling samt miljö - hållbar utveckling. Total budget är 55 Mkr varav staten bidrar med 26 Mkr via Sveriges Geologiska Undersökning och industrin med resterande del. Den andra är ett projektpaket för energibesparing och CO₂-reducering inom industrimineralsektorn. Paketet som pågår 2007-2010 bedrivs inom MinFo med en total budget av 37,8 Mkr. Industrin finansierar huvuddelen och Energimyndigheten stöder paketet med 13,1 Mkr. Programplanerna bygger på behovsanalyser och företagen har prioriterat de utvecklingsåtgärder som behövs för att stärka konkurrenskraften och tillväxten. Ett 50-tal företag och anlitade forskare vid universitet, högskolor och institut har varit engagerade i detaljplanering av projekten. Programverksamheterna presenteras övergripande och exempel ges från pågående projektarbeten inom främst produktions- och processteknikområdet.

Abstract

During 2007 two major industrial development programs were started in the Swedish industrial minerals, aggregates and stone industries. The industrial development program MinBaS II, is planned for 4 years with a total budget of 55 MSEK. The Swedish Geological Survey supports the program with 26 MSEK and the industry will finance the rest. The projects are focusing on production and process development, product development, application technologies and sustainable development. A new project package aiming at increased energy efficiency and CO₂ reduction in the industrial minerals sector will be conducted during 2007-2010 with a total budget of 37,8 MSEK. The industrial partners are financing the major part and the Swedish Energy Agency is supporting the work with 13,1 MSEK. The program plans are based on strategic analyses and the industry has set the priorities for the development work needed improve competitiveness and growth. 50 companies and selected research groups at universities and institutes have been engaged in the detailed planning of the projects. Over views of the two programs are presented as well as examples of projects in primarily the production- and process technology areas.

1. Bakgrund

Som tidigare informerats om vid Konferensen i Mineralteknik 2006 sammanställdes under 2005-2006 på initiativ av dåvarande regeringen sk Branschprogram för ett antal tunga industribranscher i Sverige. I programmen identifierades ett antal områden vilka kräver åtgärder för att stärka industrins framtida konkurrenskraft och tillväxt. Forskning – och utveckling har en central roll bland dessa områden. Branschprogrammets arbete har därefter lett till att ett antal forskningsprogram startats i landet vilka finansieras av industrin med stöd av staten.

Under år 2007 har startat ett nytt flerårigt utvecklingsprogram för industrimineral, bergmaterial och naturstensindustrin kallat MinBaS II- programmet och ett 4-årigt projektpaket inom MinFo riktat mot energibesparing vid framställning av industrimineralprodukter. Som bas för programarbetet ligger gemensamma behovsanalyser och företagen har prioriterat vilka utvecklingsåtgärder som behövs för att stärka konkurrenskraften och tillväxten inom industrimineral-, bergmaterial och naturstensindustrin. Inledningsvis görs en kort presentation av branscherna och de prioriterade utvecklingsområden. Därefter beskrivs programarbetet övergripande och exempel ges på pågående projekt inom produktions- och processområdet

1.1 Produktion av bergmaterial, industrimineral och natursten i Sverige

Produkterna från företagen i dessa delbranscher används som råvara, tillsatsmedel eller färdig produkt i någon form i praktiskt taget all tillverkning och varukonsumtion i vårt samhälle. Den svenska produktionen av material i olika former uppgår till över 103 miljoner ton per år till ett ungefärligt värde av 9 miljarder kronor. Sammanlagt är ca 10 000 personer verksamma inom de tre delbranscherna. Företagen i branschen är spridda över hela landet.

Bergmaterial i form av krossberg, naturgrus och återvunnet inert material utgör basen i infrastrukturellt byggande. Bergmaterialindustrin förser oss med det stenmaterial, som bygger upp vägar och järnvägar. Bergmaterial används också som insatsråvara i asfalt och betong. Produktionen (2006) var drygt 92 Mton och Sveriges till volymen största industriprodukt. Antalet tillståndsgivna täkter är ca 2600. Den största produktionen sker i storstadsregionerna i Västra Götaland, Stockholms län och Skåne.

Industrimineral t.ex. kalksten, kvartsit, fältspat, leror är viktiga insatsvaror vid tillverkning av bl.a. cement, tegel, glas, eldfasta produkter, papper, plast, stål och andra metaller samt inom det miljötekniska området. Produktionen (2006) var ca 11 Mton. Karbonatstenar är de volymmässigt största med 9 Mton. Det fanns 44 st producerande täkter 2006. Gotland är det dominerande länet vad avser kalkstensproduktionen, övriga produktionsställen finns huvudsakligen i Västmanland, Närke, Dalarna, Östergötland Västergötland och Skåne samt två täkter i Norrbotten.

Natursten har använts för byggande sedan urminnes tider. För husbyggnad används sten både in- och utvändigt för golv, trappor och fasader. För anläggningsändamål utnyttjas sten i trappor, marksten, kantsten, murar etc. Natursten till gravvårdar och skulpturer är andra produktområden inom branschen. Produktionen (2006) var 0,9 Mton brutet material. Naturstensindustrin i Sverige utvinnet ett 70-tal stensorter varav ett flertal är unika. Dessa är uppskattade internationellt sett och har ett högt marknadsvärde. Det fanns 57 producerande täkter 2006. Stor produktionen sker i Skåne, Halland, Bohuslän, Kalmar, Öland, Östergötland, Västergötland. Det finns ett antal täkter i Dalarna, Jämtland och i Västerbotten.

1.2 Prioriterade utvecklingsområden

Industrins prioritering av utvecklingsområden har sin grund i ett antal utmaningar som måste mötas om företagens konkurrenskraft skall kunna bibehållas. Gemensamt för samtliga branscher är behovet att säkerhetsställa tillgången till fyndigheter och möjligheter att driva verksamheterna under förutsägbara villkor under längre tidsperioder. Nedan ges några mer specifika exempel från de olika delbranscherna.

Bergmaterialindustrin

Byggmaterialektorn står inför en stor utmaning när naturgrusmålet (ett delmål av det nationella miljömålet ”God bebyggd miljö”) skall uppnås. Uttaget av naturgrus skall minska från dagens ca 20 miljoner ton till 12 miljoner ton år 2010 och till 1 miljon ton år 2020. Den enda rimliga ersättningen för naturgrus är krossgrus (stenmjöl). Vidare står bergmaterialeleverantörerna inför en stor omdaning i och med att många små lokala grustäkter kommer att stängas efterhand som nya täktillstånd inte längre beviljas och behovet av krossgrus skall tillfredsställas genom etablering av nya större bergtäkter. Detta medför att transportavstånden till betongindustrin kommer öka med ökad drivmedelsförbrukning som följd. Detta kräver ett tekniksprång och ökat behov av införandet av nya, effektiva produktionsmetoder inom bergmaterialbranschen. För betongbranschen gäller framför allt att kunna ersätta grusfraktionen där man idag nästan uteslutande använder naturgrus. Betongbranschen förbrukar ca 40 % av uttagen volym naturgrus. Krossgrus har visat sig ge en generell ökning av cementbehovet. För att uppnå miljömålet måste därför betongbranschen lära sig att på ett ekonomiskt och miljömedvetet sätt tillverka betong med krossgrus.

Industrimineral

En stor utmaning i mineralbranschen är ökande energipriser, osäkerheten om tillgången på energi samt utformningen av den framtida handeln med utsläppsrätter för CO₂. Framställning av cementklinker och kalk sker genom energikrävande brännprocesser vid höga temperaturer under samtidig emission av CO₂ från två olika källor; från bränslet (fossila bränslen dominerar idag) och från råmaterialet kalciumkarbonat (kalksten). Försök med att introducera biobränslen och avfallsbaserade bränslen har redan startat i cementindustrin; till en mindre del i kalkproduktionen. Det krävs dock en kombination av processförändringar och ny teknik för att kunna öka andelen alternativa bränslen i processerna. Skillnaderna i att använda biobränslen i jämförelse med fossila bränslen är inte klart utredda. Inom cement- och kalkproduktionen är inverkan på produkternas kvalitet en viktig del. De nya teknikerna för avskiljning av CO₂ från rökgaserna måste utvecklas och testas. De idag bäst tillgängliga teknikerna för CO₂ – separation från rökgaser, som kemisk absorption med aminer, kräver mycket stora energiinsatser per ton borttaget CO₂. Den industriella implementeringen är låg idag, men införandet av denna typ av installationer kan bli en nödvändighet för att kunna möta framtida miljökrav, vilket skulle medföra ett kraftigt ökat energibehov. Industrimineralindustrin förbrukar också stora mängder energi vid framställningen av avancerade fillerprodukter genom finmalning, klassering och i separationsstegen.

Naturstenindustrin

Den högsta prioriteringen inom naturstensbranschen är att öka användningen av sten i Sverige, som ligger klart under per capita förbrukningen i övriga Europa. För att möta konkurrensen från importen är av yttersta vikt att intressenter som arkitekter, konstruktörer och myndigheter får tillgång till bästa tänkbara tekniska informationsverktyg och utbildningsmaterial rörande applikation av natursten. Vidare krävs att den högre utbildningen för blivande arkitekter och byggare får tillgång till undervisningsmaterial och att samarbete kan utvecklas mellan naturstensbranschen och befintliga utbildningscenter.

2. MinBaS II - programmet

MinFo tillsammans med Sveriges Bergmaterialindustri – SBMI och Stenindustrins Forskningsinstitut AB - SFI AB driver i det gemensamma bolaget MinBaS AB det 4-åriga utvecklingsprogrammet MinBaS II. Bolaget MinBaS AB:s styrelse bär det övergripande ansvaret för programmets genomförande gentemot SGU.

Till bas för arbetet ligger en framtagen av industrin framtagen programplan med budget och de direktiv som ges i beslutbrevet för den statliga medfinansieringen.

Programmet har en total budgetomfattning på 55 miljoner kronor, varav SGU har beviljat totalt 26 miljoner kronor i stöd till utvecklingsarbetet. Industrins egna insatser utgör resterande finansiering. Programmet startade den 15 juni 2007 och slutrapporteras den 1 juli 2011. Närmare ca 50 talet företag har redan under programmets första halvår varit engagerade i samarbete med universitet/högskolor, branschinstitut och -organisationer, varav småföretag från stenindustrin är ett 20-tal. Ett antal kommuner, länsstyrelser och statliga institutioner har involverats i samband med regionala projektarbeten.

MinBaS II-programmet är uppdelat i fem programområden enligt följande:

MinBaS AB STYRELSE PROGRAMSEKRETARIAT		Programområde 5 Planering, teknikspridning, implementering Budget 10,0 Mkr 5,0 fr MinBaS 5,0 Mkr fr industrin
STYRGRUPPER FÖR PROGRAMOMRÅDEN		
Programområde 1 Produktions- / processutveckling 1. Nya förundersökningsmetoder, materialkaraktisering och täktplanering 2. Bergteknik - Brytning 3. Mineralteknik 4. Krossat ballastmaterial i Framtida betong 5. Modellering, optimering av produktionsprocessen 6. Transporter och logistik Budget 14,5 Mkr 7,0 fr. MinBaS 7,5 Mkr fr. industrin	Programområde 2 Produktutveckling 1. Utveckling av nya användningsområden - Vägbyggnad, Deponibyggande, Filter - vattenrening 2. Utveckling av industrimineralbaserade produkter 3. Europastandardisering Budget 9,9 Mkr 4,7 fr. MinBaS 5,2 Mkr fr. industrin	
Programområde 3 Miljö - Hållbar utveckling 1. a Miljöpåverkan från anläggningar 1. b Arbetsmiljö 2. Efterbehandling 3. Sustainable Development – Sustainable Dev. Indicators (SDI) mm. Budget 4,0 Mkr 2,0 fr. MinBaS 2,0 Mkr fr. industrin	Programområde 4 Applikationsutveckling – Stenindustrin 1. Natursten och Industrimineral inom Sveaskogs marker i södra Sverige 2. Tekniköverföring till föreskrivande led 3. Avjämningsmassor, fästmassor, för vissa kritiska applikationer 4. Applikationsteknik: Stenhandboken. 5.a Naturstens tekniska egenskapers betydelse för olika applikationer 5.b Fogar i markbeläggning 6. Mallar för egenkontroll Material resp. utförande 7. Goda exempel med natursten inom arkitekturen 8. Priserädda konstruktioner med natursten 9. Naturstensmurar i det offentliga rummet 10. Internat. harmonisering av standarder & krav 11. Stenakademien Budget 16,55 Mkr 7,3 fr. MinBaS 9,25 Mkr fr. industrin	

2.1 Område 1 Produktions och processutveckling

Prioriterade huvudprojektområden

- Nya förundersökningsmetoder, materialkaraktisering och täktplanering
- Bergteknik – Brytning
- Mineralteknik
- Krossat material i Framtida betong
- Modellering, optimering av produktionsprocessen
- Transporter och logistik

Projekten är riktade mot utveckling av processer, metoder och system som leder till resurseffektivisering och bättre produktkvalitet. En viktig del i programarbetet är introduktion av produktionsteknik i bergmaterialindustrin som underlättar övergången från produktion av naturgrus till högvärdiga krossprodukter. Speciell vikt läggs vid att introducera ny teknik och system som gör att fragmenteringsprocessen kan effektiviseras och kontrolleras och slutprodukternas kvalitet förbättras. De startade projekten, såväl utveckling av undersökningsmetoder som produktionsutvecklingsprojekten, rör fragmenteringskedjan sprängning – krossning. De projekt som rör modellering och styrning är även de riktade mot krossprocessen.

Inom den processtekniska delen dominerar utvecklingen av torra processer; främst klassering och separation av fina partiklar. Detta gäller såväl bergmaterial som industrimineral. Utvecklingen av processteknik för krossat ballastmaterial till betong har givits speciellt projektutrymme.

Energieffektivisering är en viktig del i arbetet. Industrimineralindustrin har prioriterat projekt mot nya energieffektivare tekniker för finmalning och klassering. En studie görs för att belysa möjligheterna att energieffektivisera de interna transporterna i täkterna.

Exempel på pågående projekt:

2.1.1 Nya förundersökningsmetoder, materialkaraktisering och täktplanering

Karakterisering av mikrosprickor orsakade av fragmenteringsprocesser

Utförare: SP CBI Betonginstitutet AB

Syfte och mål: Att detektera eventuell mikrospricktillväxt vid olika processer i ballastproduktionen. Genom att ha bra kontroll på vad som händer med bergmaterialet vid sprängning och krossning har man i sin tur bättre förutsättningar för styrning av produktionen vid förändringar i en täkt. Arbetet har också intresse för industrimineralföretagen och stenindustrin. De nya karaktäriseringsmetoder som skall utvecklas i projektet kan även bli användbara för sådan produktion. Målet är att etablera nya metoder för materialkaraktärisering, öka förståelsen för hur olika parametrar i bergmaterialet påverkar fragmenteringsegenskaperna och i förlängningen produktens egenskaper.

Genomförande: Projektet kommer att genomföras i en av NCCs bergtäkter. Projektet har anknytning till det sprängtekniska projektet.

Andra projekt under planering: - *Utveckling av markradar som prospekteringsverktyg inom MinBaS-området*, där syftet är att testa markradarmetoden i olika situationer för att kunna utreda användbarheten i MinBaS-branscherna, - *Utveckling av MWD-tekniken*, där syftet är att primärt undersöka i vilken grad MWD-tekniken kan användas som kvalitetssäkring och kvalitetskartläggning i industrimineralförekomster, - *Inventering av täktplaneringsverktyg*, där syftet kunna initiera arbete kring en nedskalning av de kommersiella gruvplaneringsprogrammen och anpassa dem för öppna täkter och berg- och industrimineralindustrins behov.

2.1.2 Bergteknik – Brytning

Optimal fragmentering genom sprängning II

Utförare, Swebrec, LTU

Detta kommer att utgöra det huvudsakliga arbetet inom projektområdet under programperioden. Resultat från tidigare forskning har ökat förståelsen för den mekaniska sönderdelningen av berg. Detta i kombination med utvecklingen av sprängtekniken, nya mätmetoder samt modern informationsteknik för mätning, överföring, tolkning och styrning har ökat möjligheterna att utveckla brytningstekniken. *Syfte och mål*: Att skapa en mer selektiv brytning med lägre finandel, mindre vibrationer, och kostnadseffektiva metoder. Projektet har som målsättning att validera de arbeten med designkurvor i Vändletäkten som gjordes under MinBaS I - programmet. Vidare skall utvärderas användning av elektronisk sprängkapslar med syfte att få både finare styckefall och andra förbättringar vid pallsprängning. Valideringsarbetet utgör försök i en täkt. Det är även möjligt att behandla lastbarhet och lastcykeltider i projektet.

Genomförande: Arbetet skall genomföras i täkter med annan geologisk struktur. En omfattande försöksplan har utarbetats där specifika laddning och hålmönster varieras samt sprängtekniken. Valideringsarbetet utgör försök i en täkt. Ett antal täkter har identifierats där försöksarbetet kan genomföras.

Planerade övriga arbeten inom området är att göra en ”*state of the art*” studie kring icke explosiva metoder.

2.1.3 Mineralteknik

Processteknisk utveckling för exploatering av vanadinfyndigheten Sumåssjön

Utförare: Företaget Svenska Vanadin AB i samarbete med processexperter och forskare.

Syfte och mål: Den övergripande målsättningen med projektet är att exploatera fyndigheten Sumåssjön i Hälsingland för att starta en ny produktion av vanadin i landet. Syftet med projektarbetet, vilket berör programområde 1 och 2 inom MinBaS-programmet, är att skapa tekniska och ekonomiskt underlag till en fördjupad lönsamhetsstudie inkl. detaljplaneringsunderlag för produktionsanläggningarna.

Genomförande: Svenska Vanadin AB har under 2006 genomfört en genomförandestudie. I samarbete med institutet MeFos har det utvecklats en ny direktreduktionsprocess, där ferrovanadin framställs genom en smältprocess direkt ur ett vanadinnehållande magnetitkoncentrat. Denna process förväntas ge en mycket energieffektiv produktion jämfört med konventionella framställningsmetoder. Ingen avkylning av mellanprodukter sker före slutprodukt. Energi i form av värme från

smältprocessen skall också användas för att förvärma magnetitkoncentratet. Möjligheter att också återvinna vanadin ur vanadinrika slaggar från stålverk ges genom denna process. Det processtekniska utvecklingsarbetet inriktas mot att utveckla energieffektiva malningsmetoder och magnetsepareringsmetoder som kan ge optimala koncentrathalter och utbyten. I arbetet ingår också att framställa ett större tonnage av ett representativt magnetitkoncentrat för de direktreduktionstester som skall genomföras. Den nyutvecklade direktreduktionsprocessen skall verifieras genom smältningsförsök i större skala av vanadinnehållande magnetit. Kommersiella produkter skall utvecklas av alla de produkter som kommer från direktreduktionsprocessen såväl ferrovanadin, tackjärn som nya produkter ur slaggen, ett aluminiumkalcinat.

Mineralteknik - Finmalning, klassering och separation

Beslut har också tagit om att detaljplanera försök med nya tekniker för finmalning samt nya tekniker för klassering och separation av fina partiklar. Arbetena är riktade mot industrimineralindustrin. Till grund för planeringen ligger en inventeringsstudie som genomförts 2007, där intressanta tekniker identifierats. Ansvarig för arbetet är prof. Eric Forssberg i samarbete forskare, leverantörer och producenter.

Nya tekniker för finmalning – Sicomanttekniken

Syfte och mål: att undersöka hur Sicomant-kvarnen kan användas för malning av mineral och bergarter med olika egenskaper. Av speciellt intresse är att undersöka sambandet mellan energiförbrukning och partikelstorlek eller specifik yta. Av stor betydelse är att fastställa kapaciteten för kvarnen vid malning till olika partikelstorlekar. I samband härmed är det också av intresse att studera partiklarnas egenskaper såsom form och specifik yta. Det föreslagna projektet är av inledande karaktär och fortsättningsprojekt förutsätts kunna genomföras i samarbete mellan Sicomant och företag.

Förstudie - Nya tekniker för klassering och separation av fina partiklar

Syfte och mål: Målsättningen är att belysa ett antal teknikers tillämpning och användning för beredning av industrimineral. Hypotesen är att försök med ett begränsat antal modellmaterial skall ge generiska resultat som mer eller mindre direkt kan tillämpas för andra material vilkas egenskaper inte allt för mycket skiljer sig från modellmaterialen. Projektet genomförs i etapper med beslut om budget, tidplan och genomförande inför varje etapp. Tekniker av intresse: Virvelkvarnen Tornado samt olika vindsiktningstekniker från t.ex. Comex A/S och Alpine AG.

2.1.4 Krossat material i Framtida betong

Projektområdet har hög prioritet inom bergmaterialindustrin med speciell inriktning mot processutveckling för framtagande av helkrossad ballast till betong som ersättning för naturgrus. Genom att koppla betongtillverkarnas kvalitetskrav till produktionen skall metoder utvärderas som ger bergmaterialproducenterna förutsättningar att kunna bedöma olika bergarters och fyndigheters förutsättningar för produktion av helkrossad finballast enligt kundernas/betongtillverkarnas krav. Arbetet genomförs vid Chalmers, Tillämpad mekanik. Bägge projekten samarbetar med andra projekt inom MinBaS II och STEM för att erhålla synergieffekter och bästa möjliga resultat. Medverkande företag är producenter av ballastmaterial till betong och maskinleverantörer.

Utveckling av lämpliga krosstekniker för fina ballastfraktioner till betong

Syfte och mål: Att öka förståelsen om kornformsgenerering i fina fraktioner i mikrometerområdet under 500-250 µm. Frågeställningen är hur olika bergarter skall krossas för att skapa erforderlig kornform i dessa små storleksfraktioner. Projektets mål är att ge ballastproducenterna kunskap att välja krossutrustning beroende på bergartstyp, mineralsammansättning, önskad kornkurva, kornformskrav, energiåtgång, eventuell efterföljande separering. Metoder för produktions- och kvalitetskontroll ingår i uppgiften.

Torr klassering av fina bergmaterialfraktioner (<4 mm) för betong

Syfte och mål: Projektets syfte är att öka kunskapen om vindsiktars funktion samt hur olika mineraler och storleksfraktioner kostnadseffektivt, ur ballastproduktionsperspektiv, kan separeras med utrustning som utnyttjar torra luftströmmar. Projektets övergripande mål är att svara på frågan om vilken utrustning som bör väljas beroende på bergartstyp, mineralsammansättning, kornformskrav, rensiktningsskrav, energiåtgång, kornkurva, antal fraktioner/sorteringar, eventuell efterföljande proportionering.

2.1.5 Modellering, optimering av produktionsprocessen

Två doktorandprojekt pågår vid Chalmers, Tillämpad mekanik. Sedan MinBaS I programmets avslut har de drivits vidare av MinFo och finansieras av MinFo, SBUF samt deltagande företag. Dessa projekt ingår i MinBaS II-programmet men finansieras f.n. helt av industrin.

Realtidsoptimering av krossanläggningar

Syftet och mål: Att utveckla teknik och metoder som medger återkoppling och styrning i syfte att minimera produktionskostnader, maximera processutbytet eller minimera energiåtgång. I arbetet ingår att utreda vilka möjliga givare och sensorer som kan appliceras i en krossprocess, att utreda olika processparametrars regleringspotential och att utveckla hård- och programvara som stöder ”on-line monitoring” och som omfattar reglering av processen i realtid.

Genomfört arbete: I projektet har redan utvecklats en sensor som utgör ett billigt alternativ till bandvåg, vilken baseras på effektmätning av starkt lutande transportband. Modellerutvecklingen för styrning av processen via krosspalt pågår och hård- och mjukvaror har tagits fram som medger en styrning i realtid via Internet. Fortsatt arbete är inriktat mot att fortsätta studier av nya typer av sensorer, såsom optiska dito. Modeller för styrning av krossprocessen via en reglering av krossens varvtal är nu under utveckling. Utvärderingstester i industrianläggningar av de utvecklade styrmodellerna skall genomföras och gränssnitt och användarvänligheten hos den Internetbaserade styrsystemet skall förbättras. Doktoranden E Hulthén avlägger licentiatexamen i februari 2008. Arbetet planeras pågå ytterligare 2,5 år fram till en doktorsexamen. Arbetet utförs i nära samarbete med bergmaterialföretag och all försöksutrustning är installerad i befintliga anläggningar.

Optimal fragmentering genom krossning

Syfte och mål: Att ta fram ett optimalt tillvägagångssätt för krossning av olika bergmaterial, beroende på deras fragmenteringsegenskaper och krossproduktens

kvalitetskrav. I målsättning ingår även att kunna identifiera särskilt goda kombinationer av krossmaskiner och urskiljningsmaskiner. Det är av stort intresse att studera en optimal sekvens av krosszoner helt befriad från dagens konkrossars fysiska randvillkor. Det innebär att man optimerar antal krossteg, kompressionsgrad i varje steg, och eventuell mellanliggande urskiljning (siktning) med avseende på materialutnyttjande, kraftminimering eller energiförbrukning. Med utgångspunkt från optimeringarna kan man sedan analysera befintliga krossmaskiner och ge förslag till nyutveckling. *Genomfört arbete:* Inledande studier har indikerat att dagens moderna krossmaskiner utformade för maximal reduktion inte alltid är de optimala för applikationer som krossning av gnejs (ballast) eller kalksten (styckekalk för bränning). Nu pågår utveckling av i första hand dagens befintliga sönderdelningsmodeller. Selektionsfunktionen skall studeras djupare med ett större antal partiklar (individer) för att öka den statistiska signifikansen i modelleringen. Fortsatt testarbete och optimeringar skall göras för att klarlägga t.ex. inverkan av materialens petrografiska sammansättning samt fler optimeringar med andra intressanta fitnessfunktioner. Studier av möjligheterna att simulera siktning och materialextrahering under pågående krossekvens skall genomföras. På detta sätt skulle inte bara energi kunna sparas, utan även skulle en bättre produkt kunna genereras. Projektet är avsett att i första hand leda fram till en licentiatexamen under år 2009 för doktoranden Elisabeth Lee.

2.1.6 Transporter och logistik

En förstudie har startats kring ***Energiåtgång & kostnad för interna transporter i tåkt***. Arbetet genomförs av Sandvik M & C i samarbete med forskare vid Chalmers. I dagsläget används olika fordon och bandtransportörer för att förflytta material mellan olika maskiner och upplag. Tidigare undersökningar har visat att en betydande del av energiförbrukningen i en anläggning utgörs av materialförflyttning med hjälp av olika typer av fordon. Problemet är att det är tämligen svårt att dels skifta mellan teknikerna eftersom det kräver ganska omfattande förändringar i anläggningens infrastruktur. Det är också svårt att avgöra vad förändringen får för konsekvenser. För att underlätta denna typ av studier behövs modeller som kan prediktera prestandan hos olika typer av transportsystem. Syftet med förstudien är att utreda vilka olika verktyg och modeller som idag finns tillgängliga för att göra dessa typer av studier.

2.2 Område 2 Produktutveckling

Prioriterade huvudprojektområden

- Nya användningsområden för MinBaS branschernas material
- Utveckling av industrimineralbaserade produkter
- Europastandardisering

Exempel på pågående projekt:

2.2.1 Nya användningsområden för MinBaS branschernas material

Småskaliga lösningar för avloppsrening med mineralbaserade filtermaterial

Utförare: KTH mark och vattenteknik i samarbete med mineralproducenter och teknikleverantörer.

Syfte och mål Att systematiskt belysa olika filtermaterials avskiljningsförmåga samt växttillgänglighet avseende fosfor. Fältförsök skall genomföras i ett mobilt laboratorium i anslutning till lämplig avloppskälla. Olika system med relevanta filtermaterial skall studeras för att jämföra olika systems avskiljning av fosfor, kväve och BOD under en tvåårsperiod. Studier av växttillgänglighet och nyttjandaspekter av återfört filtermaterial när det blandas med jorden ingår i konceptet.

Dränerande markstensbeläggningar för förbättrad miljö

Utförare Cementa AB i samverkan med intressenter inom kommuner och bergmaterialföretag.

Syfte och mål Att i samarbete med kommunerna, tillverkare av prefabricerade betongbeläggningar och bindemedelsleverantörer utreda miljöpotential och konstruktionsmetodik för dränerande markstensbeläggningar. En förutsättning för överbyggnader med dränerande markstensbeläggningar är utveckling av ballastmaterial för öppna och dränerande överbyggnadslager med bibehållen bärighet. Syftet är vidare att etablera demonstrationsprojekt i kommunal regi där miljöpotential, dimensioneringsmetodik, ballastkvaliteter och utförande etableras och följs upp.

Det är viktigt att betongens beständighet kan garanteras vid en övergång till krossad ballast för att kunna öka användningen av krossberg i betongindustrin. Medel har reserverats för tre delprojekt som rör ***Beständighet i betong baserad på krossad ballast***. Det ena rör *krympning* och genomförs vid LTU, det andra rör *frostbeständighet* och leds av Cementa AB och det tredje rör *studier av alkali-kiselreaktioner* och genomförs vid CBI.

b

Ett pågående projekt, deltagande i *Värmeforsks Askprogram*, vilket finansieras av MinFo, kommer att avrapporteras inom projektområdet. Syftet är allmän bevakning och att öka medlemmarnas möjligheter att kunna samverka i projektarbeten där restmaterial används i nya applikationsområden.

2.1.2. Utveckling av industrimineralbaserade produkter

Produktutvecklingsarbetet för exploatering av vandinfyndigheten Sumåssjön finansieras från detta programområde.

Planering av ett projekt benämnt ***Partikelteknologi*** pågår. Syftet är att analysera utvalda restmaterials sammansättning och värdera de skillnader i partiklarnas kemiska och fysikaliska egenskaper som kan användas för separationsteknik för att kunna upparbeta materialen till säljbara produkter.

2.2.3 Europastandardisering

För de små- och medelstora företagen inom bergmaterialindustrin är två startade projekt kring uppföljning och implementering av nya EU-produktstandarder av stor vikt för den framtida marknadsutvecklingen. Projektarbetena inriktas mot – *Implementering efter 5års översyn av produktstandarder och –Farliga ämnen – Bevakning och Implementering.*

2.3 Område 3 Miljö - Hållbar utveckling

Prioriterade huvudprojektområden

- Miljöpåverkan från anläggningar
- Efterbehandling
- Sustainable Development Indicators

Område 3 är nytt och fanns inte med i det tidigare MinBaS-programmet. Därför kommer ett omfattande planeringsarbete att läggas ned innan projekten sjösätts i full omfattning. Området samlar alla MinBaS-branscher. För att nå resultat i utvecklingsarbetet krävs att samverkan kan sker med myndigheter på såväl nationell som regional nivå.

Under hösten 2007 har startats ett förprojekt, ***Miljöpåverkan från anläggningar***. Syftet är övergripande att projektet skall bidra till att konkreta och objektiva, vetenskapligt underbyggda kriterier tas fram runt utvalda miljöområden som buller, vibrationer-luftstötstång, bortledning av vatten och diffus damning, som kan användas av företag och myndigheter vid tillståndsbedömningar. Framtagande av en s.k. "***Best Practice Guide***" planeras inom delområdet ***Arbetsmiljö***, särskilt riktad mot åtgärder mot ***respirabel silika***.

Inom projektet ***Efterbehandling*** är syftet är att sammanställa en ***Best Practice Guide*** med lämpliga tekniker som skall kunna användas av företag och myndigheter. Projektförslag bearbetas som rör karakterisering av MinBaS-branschernas avfall med hänsyn tagen till implementeringen av det nya gruvavfallsdirektivet 2008.

Projekt planeras rörande en utveckling och införande av ***Sustainable Development Indicators*** som är anpassade för MinBaS-branschernas företag.

2.4 Område 4 Applikationsutveckling -Stenindustrin

Prioriterade huvudprojektområden

- Tekniköverföring till föreskrivande led.
- Applikationsteknik: Stenhandboken
- Naturstens tekniska egenskapers betydelse för olika applikationer.
- Naturstensmurar i det offentliga rummet
- Internationell harmonisering av standarder och krav
- STENAKADEMIEN

Under året har arbetet påbörjats med samordning och detaljplanering av de prioriterade delprojekten, 18 st. Åtta delprojekt har påbörjat sitt arbete. Ett tjugotal företag är involverade tillsammans med forskargrupper vid Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp, SP och Chalmers samt Lunds tekniska högskola.

Syftet är att öka användningen av sten i Sverige. Identifierade projekt har högsta prioritet och är anpassade till småföretagen i denna bransch. Stenindustrin har systematiskt under flera år prioriterat och drivit utvecklingsarbetet mot att framställa bästa tänkbara tekniska informationsverktyg och utbildningsmaterial rörande applikation av natursten. Detta för att öka kunskapen i beställar- och användarledet och

internt i branschen, vilket är en viktig del av marknadsutvecklingen. Samma krav på underlagsmaterial ställs från utbildningsanstalter för blivande arkitekter och byggare. Inom projektet skall sådana verktyg och material utvecklas. Speciella insatser skall göras för att vidareutveckla och samordna verksamheterna vid befintliga utbildningscenter.

2.5 Område 5 Programadministration, Planering, teknikspridning, implementering

Arbetet inom syftar till att a) planera och leda verksamheten i hela MinBaS - programmet, b) sprida information om kunskaper och resultat, c) arbeta för att erhållna resultat implementeras i branscherna och d) stämma av och rapportera programarbetet, samt låta genomföra en utvärdering. För programområdena har utsetts *Ansvariga kanslier* som sköter styrgruppernas arbete, avtal med forskningsutförare samt den löpande ekonomin inom programområdena. Ansvarigt kansli för område 1, 2, 3 och 5 är MinFo, för område 4 är SFI AB ansvariga. För de fyra tekniska programområdena har tillsatts *Styrgrupper* med en ordförande som representerar industrin. Styrgrupperna planerar och följer upp projektarbetet och ansvarar för att inom ramen för av styrelsen tilldelad budget för programområdet besluta om medelstillelning till enskilda projekt. Styrgruppernas ledamöter är personer från deltagande företag och adjungerade experter från SGU och forskningsorganisationer.

3. MinFos Projektpaket 2007-2010 med Energimyndigheten

Under 2007 startade ett 4 åriga projektpaket inom MinFo. Budget är totalt 37,8 MSEK. Energimyndigheten stöder paketet med 13,1 Mkr. Industrin medfinansierar projekten med kontanta bidrag och egna arbeten. MinFo funderar som övergripande projektkoordinator och medelsmottagare.

Energiförbrukning vid produktion av bergarter och industrimineral samt vid utveckling av mineralbaserade produkter uppgår sammantaget till 5 TWh per år och utgör nära 3,3 % av industrins totala förbrukning. Cementframställningen förbrukar ca 3.5 TWh och kalkindustrin 1,3 TWh årligen.

Projektpaketet består av tre av industrin prioriterade teknikprojekt och ett projekt för uppföljning, teknikspridning och administration som drivs av MinFo. För de tre tekniska projekten har utsetts ansvariga forskningsutförare med vilka MinFo slutit avtal för projektens genomförande. Projekten är i total kostnadsomfattning lika stora eller större än de enskilda programområdena inom MinBaS-programmet.

Utvecklingsinsatserna riktas mot införandet av ny förbränningsteknik och effektivare CO₂-avskiljning i cement- och kalkindustrin, energieffektivare framställning av betong baserad på krossballast och dito framställning av brända karbonatprodukter. Projektpaketet beräknas reducera energibehovet i industrimineral- och byggmaterial-sektorn med sammanlagt 1,2 TWh/år. Besparingen skall uppnås genom ett reducerat energibehov i produktionsprocesserna och för interna transporter samt ökade utbyten av säljbara produkter.

3.1 Energibesparing vid framställning av betong baserad på krossat bergmaterial

Budget: Total budget är 10,8 Mkr varav Energimyndigheten bidrar med 4,0 mkr och industriintressenterna resten.

Utförare: Arbetet drivs vid CBI Betonginstitutet AB. Industriintressenterna är Cementa AB, CBI-s A-finansiärer samt betongföretag som Betongindustri, A-betong, Strängbetong, bergmaterialleverantörer som NCC Roads, Jehander, Swerock samt industrimineralproducenter som Nordkalk AB. Samplanering sker med produktionsprojekten inom MinBaS II programmets projekt 1.4 Krossad ballast i betong.

Syfte och mål: Målet är att helt motverka den ökning av cementbehovet som sker med dagens betong-framställningsteknik när krossgrus används i betong på grund av ogynnsam kornform och kornkurva hos krossgruset i jämförelse med naturgrus. Ökningen är ca 5% och ytterligare 3% ökning sker på grund av minskad tryckhållfasthet. Detta motsvarar en årlig energiförbrukning vid cementproduktionen på 200 GWh. Syftet är också att vidareutveckla tekniken så att en generell minskning med 5 % cement sker trots övergång till krossad ballast, vilket ger en ytterligare reduktion på 125 GWh. Övergången från små lokala naturgrustäkter till stora krossanläggningar kommer ofta att medföra större transportavstånd. 2 mils ökning av transportlängden för endast grusfraktionen motsvarar ca 15 GWh. I projektet skapas underlag för att motverka denna energiökning. Reduceringspotentialen för CO₂ är ca 230 kton per år.

Genomförande: Baserat på omfattande karakterisering av olika krossgrus skall riktlinjer utarbetas kring lämpligheten hos krossgruset (stenmjölet) som fingrus i betong. Kravspecifikationer från betongtillverkarna för ballast till betong skall utvecklas. Ett proportioneringsprogram som tar hänsyn till krossgrusets kornfördelning och kornform skall utvecklas. Case-studies i betongindustrin skall genomföras där konsekvenser av en övergång från naturgrus till krossgrus studeras och utvecklade verktyg testas. Studierna omfattar även effekterna av transportkostnader för olika täktalternativ. För att implementera kunskapen genomförs utbildning av minst 200 personer inom bergmaterial- & betongtillverkningssektorn om produktion och användning av bergmaterial i betong på ett energieffektivt sätt. Vid projekts slut finns i genomförda Case-studies ett bra underlag för att bedöma möjligheterna att nå besparingsmålet

3.2 Energieffektiv framställning av brända karbonatprodukter

Budget: Total budget är 9,3 Mkr varav Energimyndigheten bidrar med 3,05 Mkr och industriintressenterna resten.

Utförare: Arbetet drivs vid Lunds universitet, Geologiska institutionen. Industriintressenterna är SMA Mineral samt andra kalk- och dolomitproducenter som Nordkalk AB och Björka Mineral.

Syfte och mål: Att reducera energibehovet vid produktion av brända karbonatprodukter med totalt 251 GWh/år genom att reducera sönderfallet att produkterna under brännprocessen. Genom att utveckla undersökningsmetoder och verktyg för prospektering, produktion och styrning av brännprocessen förväntas sönderfallsförlusterna i brännprocessen kunna minskas med 20%. Till detta kan också läggas potentialen för minskat energibehov och kostnader för brikettering, transporter samt deponering. Direkt potential för CO₂ reduktion är 169 kton/år.

Genomförande: Första delen av projektet syftar till att ge basen för metodutvecklingen genom att klarlägga orsakerna till sönderfallet. Grundläggande studier genomförs för att relatera mineralogiska, strukturella och kemiska egenskaper hos råvarorna till sönderfallet. I denna del av projektet finns en beslutspunkt om inriktningen på fortsatt utvecklingsarbete. Utvald metodik utvärderas genom en pilotstudie. Därmed kan en bedömning göras om möjligheterna att uppnå målsättningen med att utveckla enkla metoder och verktyg.

Därefter skall en enkel fältmetod utvecklas som kan användas också inom prospektering för att skilja bra stenar från dåliga. Vidare skall modeller för 'termiskt beteende' utarbetas som kan vara en grund för verktyg för planering av en verksamhet. Som avslutning skall basen läggas för att implementera utvecklade metoder och verktyg i produktionsapparaten. Metoder och modeller skall anpassas för industri- och branschspecifika verksamheter och underlag skall utarbetas till metodval och praxis. Vid projektets slut finns underlag i form av minst en "case study" i en produktionsanläggning som kan användas för bedömning av potentialen samt modeller och verktygs användbarhet.

3.3 Energieffektiv oxy-förbränningsteknik och CO₂ avskiljning i cement- och kalkindustrin

Budget: Total budget är 12,7 Mkr varav Energimyndigheten bidrar med 4,5 Mkr och industriintressenterna resten.

Utförare: Arbetet drivs vid Umeå universitet, Tillämpad fysik och elektronik som två industridoktorandprojekt. Industriintressenterna är Cementa AB, Cementa Research AB och Nordkalk Oy Abp.

Syfte och mål: Målet är att reducera energiförbrukningen vid tillverkning av cement och kalk med totalt 562 GWh/år, främst genom att reducera det förväntade ökande energibehovet för efterföljande processteg, där CO₂ separeras ur rökgaserna. Introduktion av en ny förbränningsteknik, oxy-fuel förbränning förväntas medge en 50 % ig ökad användning av CO₂ neutrala bränslen i jämförelse med dagens förbränningsteknik. Detta minskar den fossila CO₂ emissionen med 38 kton/år i cementproduktionen. Applikationen inom cement- och kalkindustrin, skiljer sig från andra applikationer där oxy-tekniken introducerats, genom att slutprodukternas kvalitet starkt påverkas av bränslekvalité och CO₂-balansen. Ett betydligt energieffektivare system, jämfört med dagens standardteknik, skall utvecklas för att avskilja CO₂ ur rökgaserna. Detta beräknas reducera CO₂ utsläppen i rökgaserna med 20%, vilket ger en årlig reduktion av cement- och kalkindustrins CO₂ med 550 kton. En indirekt energieffektivisering åstadkoms i cementprocessen genom en 10 %ig minskning av elförbrukningen som en följd av minskade rökgasvolymmer.

Genomförande: Projektet är indelat i två doktorandprojekt med olika delmål.

Delprojekt 1 CO₂-avskiljningsmetoder ur rökgaser i cement- och kalkproduktion:

Delprojektet har som mål att utveckla energieffektivare koncept för CO₂-separation i cement- och kalkproduktionen.

Delprojekt 2 Modellering av kemin i cement- och kalkprocessen : Delprojektet har som mål att utvärdera oxyförbränningstekniken och de CO₂- neutrala bränslenas inverkan på klinker och kalkprodukternas kvalitet.

En presentation kommer att göras av detta delprojekt vid årets konferens av doktoranden Bodil Wilhelmsson-Hökfors.

Vid projektet slut kommer det att finnas utvecklat ett modellverktyg som ger ett bra underlag för att bedöma möjligheterna att nå besparingsmålet i form av minskad CO₂-emission och reducerad energiförbrukning samt strategier och metoder utvecklade som medger möjligheter att bedöma energibesparingspotentialen i nya CO₂-avskiljningsmetoder.

3. 4. Uppföljning, teknikspridning och administration inom MinFo projektpaket 2007-2010

Syftet med projektet är att för industrins räkning ta fram relevanta syntesrapporter, följa upp arbetet, administrera och sprida resultaten från MinFos projektpaket. Speciell vikt skall läggas vid slutrapporteringar och måluppföljningar för implementering av resultaten. Inom MinFo är det styrgruppen Processteknik som har den övergripande ledningen av projektpaketet och formellt utser ansvariga projektledare och arbetsgrupper till stöd för projekten.

Referenser:

- Programplan inkl programbudget MinBaS II programmet 2007-2010, Bilaga till ansökan till SGU, juni 2007
- Prel. Årsrapport 2007 MinBaS –programmet, 2007-12-01
- Programbeskrivning MinFos programpaket 2007-2010, Energimyndigheten, 2007-03-29, www.energimyndigheten/industriforskning/FoU vid MinFo och Årsrapporter 2007 till Energimyndigheten
- Bergverkstatistik 2006 samt Grus, sand och krossberg 2006, SGU:s periodiska publikationer 2007.