

MINFOS INDUSTRIELLA FoU-PROGRAM 2000-2002 SLUTRAPPORT FRÅN FORSKNINGSVERKSAMHETEN

Föreliggande rapport utgörs huvudsakligen av en sammanställning av genomförda projektarbeten inom MinFos Industriella program 2000-2002. Rapportering ges även från annan verksamhet såsom särprojekt, programplanering, teknikspridning och teknikbevakning.

MinFo, Föreningen Mineralteknisk Forskning, är en ideell förening med syfte att främja forskning och utveckling på det mineraltekniska området. MinFos uppgift är att planera, finansiera och leda forskningsprogram för medlemmarnas räkning. Föreningens medlemmar är företag verksamma inom mineralindustrin, som producenter av industrimineral, bergmaterial(ballast) eller natursten eller som leverantörer av utrustning och tjänster. Föreningen gjorde år 2000 en organisationsförändring och fungerar nu som en sk Industripool i programsamarbetet med de statliga medfinansierarna. Forskningen genomförs dels inom ett industriellt utvecklingsprogram dels inom särprojekt eller speciella programsatsningar. Verksamheten sker i samarbete och med stöd av tidigare Närings- och Teknikutvecklingsverket - NUTEK, (fom 1 januari 2001 Verket för Innovationssystem-Vinnova), och andra intressenter.

Programmet utarbetades under hösten 1999 och projektarbetet startade 1 januari 2000. Programmets totala omfattning beräknades till 15,8 Mkr, varav industrins insatser skulle utgöra 60 % och den statliga medfinansieringen 40%. I programmet deltar producenter av industrimineral, natursten och bergmaterial samt leverantörer av utrustning och tjänster till mineralindustrin. Ackumulerat för programmets tre år har totalkostnaden uppgått till 18,2 Mkr, varav MinFos intressenter bidragit med 12,5 Mkr och NUTEK/Vinnova med 5,7 Mkr. Den totala omfattningen på programmet har kunnat ökas i förhållande till den ursprungliga budgeten genom att MinFos intressenter bidragit med betydligt större insatser än de planerade.

Den tekniska projektverksamheten för perioden 2000-01-01- 2002-12-31 har följt den plan som upprättats för programmet. Arbeten har bedrivits inom följande huvudområden :

Applikationsteknik *Utveckling av nya produkter och användningsområden för naturliga mineral och restprodukter.*

Planerade projektområden 2000-2002

Partikelpackning- produktutveckling

Byggmaterial-Högpresterande betong och vibrationsfri betong samt vägbyggnad/asfaltfiller

Industriell miljöteknik (stabilisering av vägar och deponier, vattenrening/filter)

Agrar (vitalisering och neutralisering av jord och skogsmark)

Miljöteknik *Utveckling av system för miljömässig produktion med fokus på yttre och inre miljö*

Planerade projektområden 2000-2002

Motåtgärder mot diffus damning

Minimering av restprodukter

Utnyttjande av restprodukter i nya användningsområden-Mimer

Miljöutredningar - tungmetaller i mineral, stabilisering av deponier, reaktiva filter

Not. Fom år sista kvartalet 2001 har projekten inom Miljöteknik bedrivits i styrgruppen för Applikationsteknik

Processteknik *Utveckling och introduktion av ny uthållig processteknik*
Planerade projektområden 2000-2002

Karakteriseringsmetoder on-line

Framställningsteknik för fina partiklar, främst malning

Hanteringsteknik för partikulära material

IT-baserad processkontroll/styrning/simulering

Not. De flesta arbeten som planerats inom Processteknikområdet inom FoU-programmet 2000-2002 slutfördes under år 2001. Från år 2002 har nya projekt inom område Processteknik bedrivits inom det nystartade programpaket som medfinansieras av Statens Energimyndighet.

Småföretagssatsningen MinUt

Inom ramen för programmet anslog NUTEK under år 2000 medel för MinFo att påbörja en speciell satsning för mindre företag, som döptes till MinUt-Mineralindustrins Utveckling. Målsättningen med denna satsning, var att mindre företag inom mineralindustrin, även de som idag inte är medlemmar, skulle få möjlighet att ta del av det nätverk som MinFo har och därmed också kunna få hjälp och råd i sitt utvecklingsarbete. Syftet med MinUt var att bidra till utvecklingen av nya mineralfyndigheter i landet, att öka marknaden för mineralbaserade produkter och för produkter och tjänster till mineralindustrin. MinUt vände sig till mindre företag, företrädesvis de med färre än 50 anställda. Målgruppen var verksamma inom produktion av såväl industrimineral inkl. ballast och natursten som metalliska mineral eller vara leverantörer av utrustning och tjänster till mineralindustrin. Under år 2000 drevs ett omfattande projektpaket för de mindre företagen inom MinUt. Verksamheten fortsatte under 2001 och 2002, men då ingen fortsatt statlig medfinansieringen av SMF-inriktade insatser kunnat erhållas, har endast ett fåtal projekt kunnat genomföras under 2001 och 2002.

1.1 Område Applikationsteknik och Miljöteknik

Under programperioden har bedrivits 10 projekt, varav två har utgjorts av förstudier, inom området Applikationsteknik och 6 projekt, varav två förstudier inom Miljöteknik. Den totala projektkostnaden inom programdelen Applikationsteknik+Miljöteknik har varit 7,18 Mkr, varav industrins egeninsatser utgjort 3,4 Mkr. Två institut, två universitet och ett antal experter har engagerats i utvecklingsarbetet tillsammans med företagen. För en komplett rapportering av styrgruppens arbete inom olika projektområden hänvisas till protokoll från styrgruppens sammanträden.

Projekt A2000-1 Planering, Möten, Teknikspridning

Under år 2001 har arbetsgruppen deltagit i planeringen av ett nytt sk AIS projekt vid STFI rörande nya papperskvaliteter för digital tryckning. AIS projektet kom senare att få en inriktning, där mineralleverantörerna skulle få små möjligheter att bidra med egna insatser i utvecklingsarbetet. MinFos arbetsgrupp, i samarbete med STFI:s ytbehandlingsgrupp, koncentrerade därför insatserna under hösten mot att arbeta fram ett eget projektförslag kring bestyrkning med inriktning på utveckling av metoder för studier av dynamisk tryckglansutveckling. Vidare utformades underlag för en förstudie kring fyllmedelsanvändningen i pappersindustrin. Förutom arbetet inom pappersområdet har inom styrgruppen Applikation under hösten 2001 startats planering av nya projekt. Projektplanering pågår för projekt inom området Aktiva fyller i asfalt samt för en studie kring filtrering-sorbition med inriktning på marknadsförutsättningarna för olika mineralprodukter inom detta område. MinFo kommer också för medlemsföretagens räkning att under 2002 delta i ett nytt program, som drivs av Värmeforsk, benämnt Miljövänlig användning av askor.

Under år 2002 har styrgruppen Applikationsteknik lagt ned ett stort arbete på att planera framtida FoU-insatser inom området applikation/produktutveckling. Under sommaren genomfördes en enkätundersökning bland medlemsföretagen och under hösten följdes denna upp med en speciell Brainstormingdag med syfte att utveckla projektförslag. För genomförandet av Brainstormingaktiviteten hade engagerats extern ledare och föreläsare från viktiga kundområden. Ett antal projektförslag utarbetades och företagen har sedan gjort egna genomgångar och prioriteringar av förslagen, som nu bearbetas vidare inom MinFo. Kostnaderna för detta arbete har rapporterats under styrgruppen Applikations A2000-1 projekt. I stort sett samtliga medlemsföretag har bidragit med egna insatser i detta arbete.

Rapporter

- Minnesanteckningar från arbetsgruppens möten och utarbetade projektförslag återfinns i protokoll nr 2-4 från styrgruppen Applikationstekniks möten 2001.
- FoU projekt för ökad kundnytta - Rapport från MinFos Brainstormingdag, 2002-10-01, Clas I Helgesson.

Projekt A2000-2 (tidigare projekt nr 348) LCA av mineralbaserade bstrykningspigment

Projektet, som startade 1999, har genomförts som ett samarbetsprojekt med pappersindustrin och utförts vid STFI. Egeninsatser har under projektets löptid gjorts av företagen Omya AB, Partek Nordkalk AB, SMA Svenska Mineral AB samt pappersindustrin via STFI.

Målsättning

Mineralanvändningen i pappersindustrin har kraftigt ökat under senaste decenniet och nordiska producenter är i dag viktiga leverantörer. Dagens användning av mineral som fyllmedel och bstrykningspigment i pappersprodukter är i sig inte något miljöproblem, men ett ökande intresse för en långsiktigt hållbar industriell utveckling inkluderande ett miljöeffektivt resursutnyttjande, materialåtervinningskrav, etc. har medfört att behovet av samlad kunskap kring dessa frågeställningar också ökat. Mineralindustrin har därför i samarbete med pappersindustrin bedrivit ett projekt med syfte att studera de vanligaste mineraltillsatserna till papper ur ett miljömässigt helhetsperspektiv.

Genomfört arbete och resultat

Mineralpigment för bstrykning av papper har utvärderats miljömässigt med LCA (livscykelanalys). Pigmentproduktionen har följts från utvinning av naturresurser fram till transporten till ett pappersbruk i Sverige. Bidrag till växthuseffekten, försurning, hälsoeffekter på människor, resursutarmning samt fast avfall har beräknats. En summerande miljömässig utvärdering av de olika pigmenten har också gjorts.

Tre olika viktningmetoder har använts:

1. En "ekologisk" metod – "vad naturen tål"
2. En "politisk" metod – baserad på politiska mål
3. En "ekonomisk" metod – "villighet att betala" för att återställa skador

Den bestrukna pappersprodukten har utvärderats på samma sätt, med fokus på bidraget till den totala miljöpåverkan från bstryknings- och fyllmedelspigment och från bstrykningsoperationen..

Pigmentproduktion

Följande bstrykningspigment har utvärderats:

- GCC (mald kalciumkarbonat) från Norge; slurry resp. torkad
- PCC (utfälld kalciumkarbonat) tillverkad vid pappersbruket med råvara från Norge.
- Kaolin från England
- Kaolin från USA; med resp. utan kalcinering

LCA-resultatet visar att de viktigaste miljöparametrarna i pigmentproduktionen är:

- Emissioner till luft av svaveldioxid (SO₂), kväveoxider (NO_x) och koldioxid (CO₂) från förbränning. SO₂ och NO_x orsakar främst hälsoeffekter på människan samt försurning, medan CO₂ bidrar till växthuseffekten.
- Utarmning av energiresurserna råolja och naturgas.

Långa transporter bidrar väsentligt till miljöeffekterna, speciellt beträffande utsläppen av SO₂ och NO_x. Utsläppen av SO₂ kan minskas genom övergång till lågsvavlig fartygsdiesel. Torkning av pigmentprodukten sänker dess transportvikt, vilket reducerar miljöpåverkan från transporterna. Å andra sidan påverkar torkningsprocessen också miljön. I GCC-fallet är torkningens miljöeffekter av samma storleksordning som minskningen i påverkan från transporter. Kalcineringsprocessen ökar användningen av fossila bränslen och därmed även utsläppen från förbränning. Den använda elenergin kan antas vara producerad antingen med medelelmixen i landet där pigmentet tillverkas, eller med marginaleteknik, dvs kolkondenskraft. Denna studie har jämfört de två varianterna, men har som huvudfall använt nationella elmixer. Detta gynnar karbonatprodukterna eftersom dessa, till skillnad mot kaolinprodukterna, produceras i Norge och Sverige som har höga andelar vatten- och/eller kärnkraft.

I synnerhet med detta i åtanke, bör de olika pigmenten betraktas som i stort sett likvärdiga ur miljösynpunkt – utom i fall med långa transporter eller kalcineringsprocesser.

Pigmentens bidrag till pappersproduktens totala miljöpåverkan

Produkten är ett bestyckat finpapper för trycksaker. Bestyckningspigmentet och fyllmedlet består bägge av GCC i slurryform. De utgör 23 respektive 17 % av papperets vikt.

Systemgränserna går vid utvinning av naturresurser och vid pappersbruket, med tillägg av det fasta avfall som genereras av den använda pappersprodukten

Enligt två av de tre använda viktmetoderna – en ”ekologisk” och en ”ekonomisk” – kan bestycknings- och fyllmedelspigmenten (inklusive bestyckningsoperationen) ungefärligen halvera pappersproduktens totala miljöpåverkan.

Viktmetoden som baseras på svenska politiska mål ger hög prioritet till generering av fast avfall. Enligt denna metod bidrar pigmenten till en ökning av pappersproduktens miljöpåverkan med ca 30 %, förutsatt att pigmenten i det använda papperet inte återvinns utan deponeras som fast avfall.

Rapporter

- Slutrapport, STFI Report PUB 2, maj 2001, ”An environmental lifecycle analysis of coating pigments and coated paper”, författare Birgit Backlund, STFI
- Lägesrapporter återfinns i styrgruppens och arbetsgruppens protokoll samt i dokumentation från MinFos Teknikdag.

Projekt A2000-3 Mineraliska finpartiklar i cementbaserade material

Projektet startade år 2000 och avslutas 1: a kvartalet 2003. Arbetet utförs vid Cement- och Betong Institutet i samarbete med MinFos medlemsföretag. Egeninsatser har gjorts i arbetsgruppen av företagen; Lafarge Sv Högnäs AB, Omya AB, Nordkalk AB, SSAB Merox AB, SMA Svenska Mineral AB samt CBI.

Målsättning

Projektet har varit inriktat mot att skapa ny kunskap, som bidrar till att mineralproducenterna får ökade möjligheter att förse betongmaterial- och betongproduktionsindustrin med optimerade partikelmaterial. Framför allt två tillämpningsområden har identifierats; Konstruktionsbetong för hus- och anläggningsbyggande med betoning på självkompakterande betong och Material för underhåll och reparation. Det finns stort behov av kunskap för att optimera betongblandningar samt för att vid reparation och underhåll kunna ersätta organiska bindemedel med mineraler.

Forskningsinsatserna har bedrivits inom områdena Partikelkaraktisering, Partikelpackning, Reologi samt Mekaniska egenskaper och beständighet. Arbetet förväntas resultera i metoder för karakterisering av partiklar (forskningsverktyg resp. metoder för acceptansprovning) och ökad kunskap om partikelgeometrins betydelse för slutprodukterna. Samband mellan finpartikeldata, cementsystemens reologi och slutprodukternas arbetbarhet skulle belysas. Kvantitativa beskrivningar av finpartiklarnas betydelse för slutprodukternas egenskaper i det hårdnade stadiet skulle ingå liksom hur partikelpackningen skall optimeras.

Genomfört arbete och resultat

Två projekt genomförts vid CBI

Projekt 1 Studie kring kornformens och sorteringskurvans effekt på reologiska egenskaper. Etapp I påbörjades år 2001 och slutfördes under våren 2002. Etapp II påbörjades senhösten 2002 och slutförs första kvartalet 2003.

Arbetet i **etapp I** har bestått av

a) metodutvecklingsarbeten vid CBI rörande partikelkaraktisering med bildanalys och reologimätning. Dessa insatser beskrevs ingående i föregående års rapport. Partikelkaraktisering med hjälp av bildbehandling har skett med polarisationsmikroskop och svepelektronmikroskop. Resultaten visar att en metod baserad på att liggande partiklar jämförs med snittade partiklar bör ge en god uppfattning om partiklarnas geometri. För att kunna studera inverkan av partiklarnas geometri på reologin har ett stort arbete lagts ned på att utveckla en metodik där försöksmaterialen kan återvinnas. Detta har skett genom att ta fram en vattenburen neutral partikelsuspension. Grundtanken har varit att först renodla effekten av partiklar och sedan byta ut en del av dessa mot cement, för att få fram cementets effekt och dess påverkan på lösningskemin.

b) studier, vilka syftat till att få fram optimala partikelstorleksfördelningskurvor för framför allt krossade bergarter i betong. Studierna har inriktats på att finna lämpliga kriterier för material i sandfraktionen $d_{\max} < 2$ mm, då bristen på kunskap bedömts som störst inom detta partikelstorleksområde. (Studierna har ingått i två examensarbeten vid KTH, Teknisk Geologi som genomförts vid CBI.)

I studierna har undersökts sambandet mellan ett stort antal krossballastmaterial, dess partikelform och reologin i en suspension. Jämförelser har gjorts med naturgrus. För att mäta rörligheten har använts inledningsvis en rörmetod och i de senare en Haake viskosimeter. Examensarbetena har också visat att en generell överensstämmelse kan erhållas mellan reologin i en bruksblandning baserad på den stamlösning som använts och en bruksblandning med cementpasta. Vidare så korrelerar mätningarna i bruksviskosimetern till flödes hastigheten i rörförsöken.

I försöken har använts dels originalsammansättningen på ballastmaterialens kornkurva, dels en justerad kornkurva. En försöksserie lades upp för studier av kornfraktionerna 0,075 till 2 mm. Betydelsen av såväl andelen fina partiklar $-125\ \mu\text{m}$ som flakiga mineral såsom glimmer, i ett ballastmaterial och dess inverkan på reologin studerades. Resultaten visar att en stor andel finpartiklar samt flakiga material i ballasten påverkar rörligheten negativt..

c) **I etapp II** har man undersökt krossmaterialens reologiska egenskaper, speciellt med avseende på egenskaperna hos fin- och mellansandsfraktionerna, och hur det sk krossgruset påverkas av tillsatser av flytmedel. Ett urval av de försöksmaterial som användes under etapp I, har använts i etapp II. Två krossgrus med flakiga partiklar och tre med bra kubisitet och relativt bra rörlighet valdes ut för försöken. Två naturgrus ingår i studien som referensmaterial. Effekten av fraktionen 0-0,25 mm benämnd finsand och fraktionen 0,25-2,0 mm benämnd mellansand har studerats. Proverna har fraktionerats och finsanden har ersatts med filler. I undersökningarna har studerats effekten av kvartspulver, luftkyld masugnsslagg samt mald kalksten. Resultaten från undersökningarna av finmaterialen visar att det inte endast är kornformen hos finpartiklarna utan även partikelstorleksfördelningen i finfraktionen som har betydelse. Högre mängd mycket fint material ger en högre viskositet; detta kan dock korrigeras med tillsatsmedel eller tvättning. Studier för att visa på möjligheterna att förbättra de reologiska egenskaperna hos olika krossand med ökad pasta mängd visar att detta låter sig göras för de krossandstyper som har en ”gynnsam” partikelstorleksfördelning och material med bra partikelform. För övriga material är det ogynnsamt ur ekonomisk och teknisk synvinkel. En ersättning av finfraktionen – $250\ \mu\text{m}$ med filler (kvartsfiller, kalkstensfiller och masugnsslagg) ger en bättre lägre viskositet i bruken baserade på alla typer av krossandsmaterial. Ett krossbergsmaterial visade sig ha partiklar med ogynnsam form även i de grövre fraktionerna $+250\ \mu\text{m}$, vilket gjorde bruket ”segare” trots korrigeringar av finandelen. Tillsats av flytmedel förbättrar reologin hos de krossgrus, som i tidigare studier visat sig ha en ”gynnsam” kornform, så att de har jämförbara värden med bruk baserat på naturgrus. Detta uppnås dock inte för material som innehåller fraktioner med partiklar som har ogynnsam form.

En generell slutsats, som presenteras i rapporterna, är att man kan ersätta naturgrus med finsand baserad på krossat berg. Generellt kräver detta mer vatten, men ökningen är starkt beroende på krossbergets egenskaper och varierar beroende på bergart och krossteknik. Generellt ger flakigare partiklar en sämre rörlighet i bruket än kubiska. Alla typer av krossand ger något sämre rörlighet än naturgrus, vilket beror på att detta innehåller naturligt rundade partiklar. Studierna har också visat på att en stor del av problemen härstammar från en ogynnsam partikelstorleksfördelning (sortering) hos krossgruset. Detta gäller både mängden finsand (0-0,25mm) och finstoft ($-75\ \mu\text{m}$). Detta kan delvis korrigeras med flytmedel eller ökad pastamängd, men i de flesta fall är troligen en borttvättning av delar av eller hela finfraktionen den bästa lösningen, speciellt om finmaterialet också innehåller t ex flakiga partiklar (typ glimmer). Den borttvättade fraktionen kan då ersättas med filler. Flakiga partiklar (som glimmer) i en grövre fraktion gör bruket segare. Detta kan kompenseras med mer filler eller så måste även för sådana material någon typ av mineralteknisk separationsprocess tillgripas för att förbättra reologin.

Rapporter

- Lägesrapporter återfinns i styrgruppens protokoll.
- Examensarbete, KTH , Influence of fine mortar aggregates shape on fresh mortar rheology 2001, författare Maria Teresa Font Jiménez, avd för Teknisk Geologi.
- Examensarbete KTH, Betong och bergkrossmaterial-kornformens inverkan på det färska brukets reologi (TRITA_LWR Master Thesis :02-2, Helena Andersson och Karoline Wiklund

- MinFo rapport nr A2000-3:1 Mineraliska finpartiklar i cementbaserade material, maj 2002, Rapport Etapp I Kornformens och sorteringskurvans effekt på reologiska egenskaper, Björn Lagerblad, CBI
- MinFo rapport nr A2000-3:3 prel rapport, mars 2003, Mineraliska finpartiklar i betong - Krossad ballast i betong, Björn Lagerblad, Mikael Westerholm, CBI

Projekt 2. Utredning om ParMAC metoden på kalkfiller

Detta delprojekt har genomförts inom CBI. Nordkalk AB har deltagit med omfattande egeninsatser. Bakgrunden till projektet är industrins önskemål att finna partikelkaraktiseringsmetoder, som på ett bättre sätt än traditionella siktanalyser kan korrelera ett materials partikelstorleksfördelning till partikelpackning och materialets ”uppträdande” i en efterföljande process (t.ex. reologiska egenskaper) eller vid produktframställning (t.ex. partikelpackning/porositet). Syftet med föreliggande studie har varit att utvärdera ParMAC- tekniken för karakterisering av finpartikulära kalkfillermaterial och att studera mätdatas korrelation till en cementpastas reologi. Studien har anknytning till pågående arbeten inom MinFos projekt A-2000-3 Mineraliska finpartiklar i betong och arbeten inom Mimer område II, projekt Bygg- och anläggningsmaterial.

ParMAC - Particle Ratios methods for Agglomeration Characterisation, har utvecklats inom LKAB. I LKABs pelletsverk har metoden applicerats för att karakterisera finpartikelfraktionerna i järnmalmsslig och korrelera dessa mätdata till pelletiseringsegenskaperna. ParMAC-metoden är baserad på principen att den tätaste packningen fås när både partikelstorlek och kvantitet av varje fraktion är tillräcklig för att fylla hålrummen mellan partiklarna i närmast större fraktion. LKAB använder sig av ett instrument från Lasentech, som mäter antal partiklar i varje fraktion. I denna utredning har ett Malvern-instrument använts – instrumentet mäter volymfördelning av varje fraktion. Ett av skälen till att detta instrument valdes är att det är oftast är den typen av laserinstrument som finns tillgängliga ute på företagen. Analyser från driftsprover på kalkfiller, liksom framställda extremprover har använts i försöken. Metodiken är att dela in den uppmätta partikelstorleksfördelningskurvan i tre storleksintervall, här valda till $P1= 1-16 \mu\text{m}$, $P2=16-63 \mu\text{m}$, $P3=$ och $63-125 \mu\text{m}$. Kvoten $P1/P2$ utgör x-axel och kvoten $P2/P3$ utgör y-axel i ett xy-diagram, det sk ParMAC -diagrammet. Varje uppmätt partikelstorlekskurva plottas som en punkt i xy-diagrammet. Reologiförsöken gjordes på pasta med en Haake viskosimeter. Vct, plasticerare, cement- och fillermängd hölls konstant för att effekten av partikelstorleken hos filler materialet på reologin skall kunna mätas.

Resultat-Metodik

Partikelstorleksgränser för $P1$, $P2$ och $P3$ kan väljas så att de passar försöks förutsättningar och underlättar utvärdering och jämförelse med andra metoder. Samma instrument måste användas vid alla analyser, det går ej att kombinera analyser gjorda med olika instrument eftersom analyskillnaderna markant påverkar kvoternas inbördes placering och även hela grupperingens (alla punkter tillsammans) placering i xy-diagrammet. Det är fullt möjligt att använda ParMAC-metodiken för att kontrollera att partikelstorleksfördelningen hos ett prov uppfyller de produktionskrav som finns, det vill säga att provet faller innanför normalområdet i xy-diagrammet. Eftersom metodiken är enkel och snabb så är den ett bra hjälpmedel för driftspersonal i industrin. Beroende på var punkterna hamnar i diagrammet så är det möjligt att se hur processen skall styras för att punkten skall förflytta sig in i normalområdet igen. Därmed kan man även se ParMAC-metodiken som ett processtyrningshjälpmedel.

Resultat-Korrelation till reologiska egenskaper

Kopplingen mellan kvoterna P1/P2, P2/P3, materialets partikelstorleksfördelning, och reologiska parametrar hos en cementpasta är mer komplicerad. Det är möjligt att förutsäga hur tillsatsen av ett material kommer att påverka reologin. Man måste dock ta fram normalområdet för varje enskilt material och materialkombination. Resultaten från cementpasta undersökningen är ej direkt tillämpbar på betongreologi – försök måste göras med olika betongblandningar för att finna normalområdet. Detta måste göras för varje enskilt betongrecept. Förutom att vara en produktionskontrollerande metod kan ParMAC användas för att blanda in nya material i redan förutbestämda materialkombinationer, till exempel när man vill byta ut en filler mot en annan.

Rapporter

- MinFo rapport nr A 2002 3:2, dec 2002, Utredning av PaRMAC-metoden på kalkfiller från Köping, Helena Moosberg-Bustnes, CBI, Mats Fagerholm, Nordkalk Oy Abp

Projekt A2000-4 Förstudie - Packning av partiklar

Denna förstudie har genomförts som en litteraturinventering. Arbetet har utförts vid Luleå Tekniska universitet, Avd för mineralteknik. Enligt styrgruppens beslut har förstudien samordnats med projektet A2000:-3 Mineraliska finpartiklar i cementbaserade material och rapporterat till samma projektgrupp

Målsättning

Syftet har varit att klarlägga kunskapsläget beträffande teoretiska modeller och korrelationen mellan praktiska undersökningar och modellbildningen inom området partikelpackning. Arbetet ingår i delmomentet Partikelpackning inom projekt A2000-3.

Genomfört arbete och resultat

Litteraturstudien presenterar utvecklingen av modeller och datorbaserad simulering av partikelpackningsfenomen. Modeller för monodispersa och polydispersa partikelsystem och deras experimentella användbarhet finns beskrivna. Nyligen genomförda arbeten med modellering av sambandet mellan packningsegenskaperna och partikelstorleksfördelningen i ett multimodalt partikelsystem behandlas ingående. Det finns ett antal datorbaserade programvaror som simulerar packningsdynamiken. Några av dessa har använts för att simulera packning av keramer och betong. Ett nytt koncept för simulering har föreslagits baserat på den sk diskreta elementmetoden. En nyutvecklad endimensionell Monte Carlo algoritm har utvecklats för att förenkla simuleringen, i stället för den komplexa 3D-strategin, som använts i existerande datorsystem. I rapporten diskuteras även de begränsningar och problem som idag finns för såväl modellerna som simuleringsprogrammen.

Rapporter

- Lägesrapporter återfinns i styrgruppens och arbetsgruppens protokoll.
- MinFo rapport nr A2000-4 Modelling and simulation for particle packing phenomena -Literature Review, författare Yanmin Wang, Eric Forsberg, LTU, Avd f mineralteknik.

Projekt A2000-5 Kalkförsök

Projektet bedrivs som ett samarbetsprojekt mellan kalkproducenter och jordbruksorganisationer. Kalkförsöken startades år 1999. FoU-arbetet bedrivs vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala. Sv Kalkföreningen är projektledare. Projektet planeras pågå i åtta år, medan MinFos åtagande gäller för årsvis. Egeninsatser har lämnats av deltagande företag Nordkalk AB, SMA Svenska Mineral AB, SSAB Merox AB och jordbruksorganisationerna via Sv. Lantbruksuniversitet.

Målsättning

Under de senaste åren har introducerats en rad nya kalkprodukter för jordbruket. Det fanns ett behov av att pröva dessa nya kalkslag, då lång tid hade förflutit sedan någon ny fältförsöksserie med kalk startats. I äldre riksförsök med kalk, som startades på 1960- och 1980-talet, testades endast ett kalkslag per försöksserie. Man var där intresserad av att testa olika kalknivåer och kalkens samverkan med kväve-, fosfor- och kaliumgödslingen och skörderestbehandlingen. Idag finns tre resp. två försök kvar i dessa äldre försöksserier. I denna nya försöksserie skall effekten av årliga delgivor jämföras med en engångsgiva och vidare skall undersökas huruvida släckt kalk har någon strukturförbättrande effekt på lerjordar.

Genomfört arbete och resultat

Som redovisats i tidigare årsrapporter skall lokalt använda kalkprodukterna jämföras med en för alla försök gemensam mätare; kalkstensmjöl från Köping. De produkter som testas är mjöl- och krossade kalkstensprodukter från Ignaberga, Uddagården, Rättvik, Orsa och Hebbersfors. Även Kalkfiller från Köping, M-kalk, Ventlingealk och Sockerbrukskalk samt fyra svenska och estniska dolomitprodukter prövas. Fjorton fältförsök på fastmarksjordar och ett på mulljordar lades ut hösten 1999 från Skåne i söder till Västerbotten i norr. Ett försök tillkom våren år 2000 i Dalarna. Försöken finns på platser där kalkbehov konstaterats (50 tänkbara platser testades). Ungefär hälften ligger på leror och hälften på lätta jordar. Kalken tillförs som en engångsgiva utom i ett led där kalken de fyra första åren ges i lika stora delgivor upp till full giva år fyra. Kompletteringskalkning görs en gång under liggtiden.

I analysen av jord och växtprover för skördeåret 2000 var skördeutslagen i försöken ganska små och därför visade en statistisk analys för gemensamma försöksled inga säkra skillnader mellan behandlade och obehandlade försöksled. Praktiskt sett brukar man säga att det krävs två plöjningar för att få kalken jämnt inblandad i matjordsskiktet. Därför får man vänta ett eller ett par år innan lägre variationskoefficienter och statistiskt säkra effekter kan uppnås. Kalkningseffekter ger ibland inte så stora årliga skördeökningar, men de verkar i gengäld under mycket lång tid. Under verksamhetsåret 2002 har rapporterats resultat från skördeåret 2001 vid de totalt 16 försöksleden med olika grödor. Speciellt har uppmätta basmättnadsgrader samt pH-värden analyserats. Från SLU har rapporterats att tydliga och väntade effekter på pH-värden har uppmätts i 14 pågående kalkningsförsök som startades 1999. Kalkgivorna, som är individuella, har i medeltal givit pH-värden på 6,5 att jämföras med utgångsläget 5,8. Generellt verkar dock kalkprodukternas verkan ha överskattats, då önskade basmättnadsgrader i allmänhet inte uppnåtts. Detta har konstaterats genom markkemiska analyser som genomfördes hösten 2001, sedan försöken legat två växtodlingssäsonger. Nya mätningar görs hösten 2003 och om basmättnadsgraden fortfarande inte är tillfyllest bör kalkbehovsbestämningen ses över. Vissa tendenser har observerats i verkan av olika typer av produktkvaliteter på såväl pH som basmättnadsgrad. Fina mjöl tenderar som väntat att höja pH-värdet snabbare än krossade produkter. ”Hårda” produkter verkar långsammare än ”mjuka”, vilket verkar spela störst roll för krossade produkter. Dessa skillnader i produktkvaliteterna verkar också ha givit utslag i uppmätta basmättnadsgrader.

Angående skördeutfallet för år 2001 rapporteras att en ökning av relativskördarna erhållits i alla försöksled med kross och mjölprodukter och med M-kalk och sockerbrukskalk bland specialprodukterna. En tendens finns till ökad skörd med mjölprodukter. Det geologiska ursprunget på kalksten/dolomit verkar spela en mindre roll. Skördeutfallet från säsongen 2002 avrapporterats under 2003.

Rapporter

- Lägesrapporter återfinns i styrgruppens och arbetsgruppens protokoll.
- Lägesrapport för år 2000 från projekt A2000-5 Kalkförsök, författare Martin Henriksson, Svenska Kalkföreningen
- MinFo projekt A2000-5 Kalkförsök, Delrapport 1, sept 2001, Regionala kalkförsök, författare Martin Henriksson, Svenska Kalkföreningen
- Rapport från 2001 års regionala kalkförsök, 2002-05-22, Lennart Mattsson, Inst för Markvetenskap, Avd för växtnäringslära, SLU (bilaga Protokoll Applikationsteknik nr 2/02)
- Rapport pH och basmättnadsgrad i kalkförsöken, 2003-03, Lennart Mattsson, Inst för Markvetenskap, Avd för växtnäringslära, SLU

Projekt A2000-6 Förstudie Sorptionsegenskaper

Projektet har bedrivits en förstudie och slutrapporterades juli 2001. Projektledare har varit SSAB Merox AB, M Eloffsson, som genomfört studien på uppdrag av övriga intressenter. SSAB Merox har bidragit till projektet med egna insatser.

Målsättning

Intresset för sorptionsprocesser och behovet av sorbenter ökar för närvarande kraftigt i Sverige och marknaden för nya sorbenter kommer troligen att växa i Sverige under de närmaste åren. Syftet med denna litteraturgenomgång av tidigare genomförda arbeten och kontakter med forskare och industriföretag har varit att ge underlag för fortsatta utvecklingsarbeten inom området. Sorption är en mycket vanlig reningsprocess och används sedan länge inom VA-tekniken för att avlägsna partiklar och metaller ur avloppsvatten och dricksvatten. Vanligtvis används sand, aktivt kol samt järn- och aluminiumoxider som sorbent. Andra material, som är restprodukter från stål- och mineralindustrin, har emellertid visat sig ha sorptionsegenskaper och flera studier har genomförts på olika restprodukter och rena mineral. Inom ramen för denna studie skulle i första hand undersökas möjligheterna till användning av mineraliska finpartikelmaterial för sorption av fosfor, tungmetaller och andra substanser ur avloppsvatten. Tänkbara tillämpningsområden kan vara reaktiva vattenreningsfilter för sorption av fosfor samt mineraliska sorbenter för sanering av förorenad mark och rening av lakvatten.

Genomfört arbete och resultat

Arbetet har bedrivits genom litteraturundersökningar och genom personliga kontakterna med relevanta företag och institut. I studien beskrivs sorptionsmekanismerna samt specifikt studier kring sorption av fosfor och metaller samt även undersökningar gjorda kring andra substanser. Kring de senare finns dock mycket litet publicerat.

Som slutsats av studien sägs att det finns flera material, framför allt alkaliska material och metalloxider som har god förmåga att sorbera joner (både fosfor och metaller) ur vatten. Större delen av genomförda tester har dock utförts i laboratorieskala med syntetiska lösningar. Det finns inte tillräcklig kunskap om hur reaktiva filter fungerar i verkligheten (temperatur, vattensammansättning, årstidsväxlingar, flödesvariationer, kornstorleksfördelning, risk för igensättning m.m.)

Rekommendationen är att etablera ett samarbete mellan sorptionsforskare, tänkbara producenter av sorbenter samt VA-företag. Projektarbetet kan inledas med laboratoriestudier

av de material hos MinFos medlemsföretag som endast undersökts i begränsad omfattning tidigare eller ej alls. En tänkbar fortsättning är byggandet av en pilotanläggning för studier av lovande sorbenter i mer industriell skala.

Rapporter

- Lägesrapporter återfinns i styrgruppens protokoll.
- Slutrapport, MinFo rapport nr A2000-6, juni 2001, Sorptionsegenskaper hos mineraliska material- litteraturstudie, författare Mathias Elofsson, SSAB Merox AB

Projekt A2000-7 (tidigare proj nr 422) Förstudie-Lättgrus

Studien inleddes 1999 och slutrapportering har skett våren 2000. Projektledare har varit Partek Nordkalk Oy AB, vilka i samarbete med leverantörer av processutrustning, pappersindustrin, institut och experter genomfört studien på uppdrag av övriga intressenter. Partek Nordkalk Oy AB har bidragit med egna insatser i projektet.

Målsättning

Studien syftade till att ta fram tekniskt-ekonomiskt underlag för att bedöma möjligheterna att kunna framställa en lättgrusprodukt baserad på avsvärtnings slam från pappersindustrin. Sådant, som innehåller fibrer, tryckfärg och mineralpigment, deponeras idag. Med ökande krav på materialåtervinning är alternativa användningar av denna typ av material ett prioriterat utvecklingsområde.

Genomfört arbete och resultat

I studien finns beskrivet tillgången på avsvärtnings slam i Finland och Sverige samt slammets fysikaliska egenskaper. Den restprodukt som använts är ett avsvärtnings slam från United Papermills Kymmene innehållande fibrer, kaolin, kalciumkarbonat och titandioxidpigment. Slammet håller ca 50 vikts% fast material. Försöksserier har genomförts i en mobil rullugnsanläggning av företaget Nobar Oy, där avsvärtnings slammet har upphettats och blandats med lera för framställning av ett "lätt grus" klinker. Bedömningar har gjorts av möjligheterna att med denna teknik kunna producera ett expanderat lermaterial (lättgrusprodukt). Kemiska och fysikaliska tester har genomförts på det framställda materialet. Resultatet visar att avsvärtnings slam ur ekonomisk synpunkt är en godtagbar råvara för framställning av expanderade lerprodukter. Den produkt som kunde framställas vid de i studien genomförda försöken är något för "tung" för att vara konkurrenskraftig ur transportsynpunkt i jämförelse med traditionella expanderade lerprodukter i vägbyggnad och som isolationsmaterial. Det kan dock finnas annan avsättning för den hybridprodukt som framställdes inom denna förstudie. Det krävs dock ytterligare utvecklingsarbete för att förfina framställningstekniken. Vidare bör studeras möjligheterna att använda hybridprodukten i andra typer av ventilations och dränageskikt eller vid framställning av betongblock eller inom andra nya användningsområden. Några sådana studier har planerats att genomföras år 2001. Projektet har förts vidare till Mimers program Etapp III för genomgång.

Rapporter

- Rapporter återfinns i styrgruppens och arbetsgruppens protokoll och i Dokumentation från MinFos Teknikdag.
 - MinFo rapport nr 42202, Slutrapport Förstudie Lättgrus, utarbetad av konsultbolaget Maa Jevesi, Jaako Pöyry Group, på uppdrag av projektledare Pasi Mikkola, Partek Nordkalk Oy AB
-

Projekt nr A2000-9 Fyllmedel i papper-förstudie

Projektet startades hösten 2001 och slutrapport lämnades 2002. Arbetet har genomförts vid STFI, Paper Surface Treatment Group. I arbetsgruppen ingår representanter för Omya AB och Nordkalk AB.

Målsättning

Genom att öka mineralinnehållet i papper kan besparingar göras i fiber. En höjning från 20 till 22 % mineralpigment skulle innebära en besparing enbart beräknat i fiber på ca 40 miljoner Skr/år baserat på en årsproduktion om 400 000 ton papper. Invändningar mot mer mineralfyllmedel är att styrkan i papperet förväntas bli lägre, vikten högre, ev processtekniska problem som ökat slitage på viror etc. Forskning inom detta område har inte presenterats under senare år. För att undersöka pappersindustrins intresse för projekt riktade mot ökad fyllmedelsanvändning och utvecklingsbehovet inom området har MinFos styrgrupp tillsatt en förstudie. Målsättningen är att sammanställa fakta och synpunkter från pappersindustrin rörande praktiska begränsningar för maximalt fillerinnehåll i olika typer av papper och vilka utvecklingsstrategier industrin arbetar med för att försöka expandera de idag gällande fyllmedelsnivåerna.

Genomfört arbete och resultat

Rapporten innehåller en kort sammanställning av dagens förbrukning av fyllmedel i olika typer av pappersprodukter. Litteraturstudien upptar artiklar publicerade de två senaste åren och har indelats i ett antal olika kapitel. En allmän del upptar forskningsprojekt som har till syfte att öka andelen fyllmedel generellt. Detta har skett genom att man försökt med fiberbearbetning, förflockulering av filler, retentionsförbättrande tillsatser och tillsatser för att öka torr hållfastheten. Utvärderingen har skett mot retentionsegenskaper, pappersformation och pappersstyrka. En annan del behandlar studier kring fyllmedel i trähaltiga papper, de flesta rör sk newsprint och SC papper och ökad användning av kalciumkarbonatfiller. Inga studier fanns kring andra trähaltiga papper, som LWC. För träfria papper var antalet publicerade artiklar mycket få och det är fillerleverantörer som står bakom dessa. Studierna omfattar såväl obestrukna som bestrukna finpapperskvaliteter. Ett kapitel behandlar studier som syftat till att utveckla tekniker för att använda avfall från papperstillverkning som filler eller bstrykningspigment. Avfallen utgör antingen bstrykningsavfall, aska från förbränning av avfallspapper eller avsvärtningslam.

I rapporten ingår en omfattande sammanställning över olika pappersbruks erfarenheter och egna arbeten kring fyllmedel. De stora koncernerna Holmen, Stora Enso, M-real och Klippan AB, sammanlagt åtta bruk, finns representerade bland dem som deltagit i enkäten. I de flesta fall anges brukens önskemål kring filleregenskaper och vilken funktion de önskar förbättra samt vilka hinder de ser för att öka fyllmedelstillsatsen. Ingen generell slutsats har gjorts i förstudien rörande prioriterade forskningsinsatser inom fyllmedelsområdet baserat på pappersindustrins synpunkter. De olika bruken producerar olika typer av papper och processerna är olika, varför man bör analysera de enskilda svaren och ställa detta mot förväntad marknadsutveckling för olika papperskvaliteér för att ur ett fyllmedelsproducentperspektiv göra prioriteringen av framtida forskningsinsatser. I samband med planeringen av nya projekt och under MinFos Brainstormingdag utarbetades ett projektförslag av STFI i samarbete med YKI rörande effektivare användning av mineral som fyllmedel och bstrykningspigment.

Rapporter

- MinFo rapport A2000-9, December 2002, Developments in mineral fillers for papermaking-a prestudy, Andrew Fogden, Skogsindustrins Tekn. Forskningsinstitut-STFI

Projekt nr 344 Mineral i polymer

Antioxidanter för polyolifiner och smörjoljor som innehåller mineralfiller

Projektet, som startades hösten 1998, har bedrivits vid YKI som ett industriellt samarbetsprojekt mellan kemikalieleverantörer, polymerproducenter och mineralproducenter. Det experimentella arbetet avslutades under år 2000. Slutrapport lämnas april 2001.

Målsättning

Idag tillförs antioxidationsmedel i stort överskott vid framställning av mineralfyllda polymerer för att ge polymeren en acceptabel långtidsstabilitet. Antioxidationsmedlen adsorberas på obehandlade mineralytor. Antioxidationsmedel används också inom smörjmedelsindustrin, vilka använder mineralfiller, t.ex. grafit, i sina produkter och likartad problematik finns även där. Projektet avsåg att studera adsorptionen av antioxidationsmedel till mineralytor, utveckla antioxidationsmedel som inte så lätt adsorberas till mineralytorna samt att utveckla billiga ytbehandlingsreagens, som kan blockera mineralfillrens ytor.

Genomfört arbete och resultat

Inom projektet har studerats hur "oxidation induction time" påverkats, när ett antal utvalda antioxidanters tillsatts i kombination med icke ytbelagt kalciumkarbonatfiller. Resultaten tolkas så att de testade antioxidanterna adsorberas på mineralytorna. Antioxidanterna måste tillsättas i ett överskott så att mineralytorna först beläggs, därefter kan antioxidationsmedlen verka i polymeren som avsett. Prover på ytbehandlat och icke-ytbehandlat kalciumkarbonatprodukter från Omya-gruppen har ingått i studien. Andra mineral, som testats är talk och kimrök. Grafit, som ursprungligen planerades ingå, har på smörjoljefabrikantens önskemål ersatts av molybdensulfid.

En snabb testmetod har utvecklats för att kunna studera den sk Oxidation Induction Time på ett stort antal prover. Testmetoden har utvecklats inom ett tidigare av MinFo stött ytbehandlingsprojekt. Metoden bygger på att filler och kemikalier blandas i en organisk testvätska (squalane). Den ger reproducerbara resultat och kan ersätta förfarandet att studera verkan av ytbehandling och adsorption av antioxidant på färdiga mineralfyllda polymerprover.

Resultat redovisas från en delstudie av mekanismen för antioxidanternas adsorption på olika mineralytor. Framst har studerats modifieringar av sk kommersiella "hindered phenolic antioxidants" (fenolderivat), där den kemiskastrukturens inverkan på adsorptionbenägenheten studerats. Sju olika filler; tre talktyper, två kalciumkarbonater och en molybdensulfid har ingått i försöken. Studier av långtidsstabiliteten hos mineralfyllda polymerer och dess relation till komponderingen har redovisats. Dessa visar att det finns en god samstämmighet mellan adsorptionensmekanismerna i den utvecklade testvätskemethoden (squalane) och i polypropen. Det finns dålig korrelation mellan OIT-mätningarna och mätvärden från lågstidstabiliteten, hos polymerprov, men detta är inte förvånande då OIT-mätningarna främst speglar processtabiliteten inte långtidsdito. Adsorptionen av antioxidant är inte den avgörande faktorn för långtidsstabiliteten. En god långtidsstabilitet kan uppnås även om adsorptionen av antioxidant är hög på mineralytorna. Detta anses bero på antioxidantens orientering på mineralytan, vilket kan medföra att den aktiva fenolgruppen hos antioxidantmedlet ändå kan finnas exponerad för polymermatrixen. På basis av framtagna resultat kan sedan vidareutvecklas antioxidant som inte så lätt adsorberas till mineralytorna.

Rapportering

Lägesrapporter återfinns i styrgruppens och arbetsgruppens protokoll.

MinFo projekt nr 344 Mineral i polymer, rapport nr 34401, Delrapport 1: Antioxidants for polyolefins and lubricants containing fillers, författare: Kevin Breese, Ytkemiska Institutet
Slutrapport YKI rapport, Final Report, maj 2001, Antioxidants for poleolefins and lubricants containing filler, författare Lennart Bergström, Kevin Breese, Galina Neminuschaya.

Projekt M2000-2 (tidigare nr 445) Mimer projekt

Kompetenscentrat Mimers program Etapp II

Avslutat projekt

Etapp II av programmet pågick fram till september 2000. Sammanlagt 19 industriföretag har deltagit i arbetet under Etapp II. Avd. för Processmetallurgi respektive avd. för Mineralteknik, Luleå Tekniska Universitet samt instituten MeFos och CBI har genomfört FoU-arbetet.

I programmet har ingått fyra delområden. MinFo och enskilda företag bland MinFos medlemmar har stött projekt inom två områden under etapp II; område I Restproduktåtervinning och område II Nya produkter. Företagen Partek Nordkalk AB, SMA Svenska Mineral AB och SSAB Merox AB har aktivt deltagit i projektverksamheten. Etapp II har pågått i tre år till en total programkostnad av 43,29 Mkr. MinFo och företagen, som deltagare i programområde I och II, har fått tillgång till forskningsresultat för ca 30 Mkr. Tiden 20-22 maj 2000 genomfördes det en internationell utvärdering av MiMeR. I denna deltog fem utvärderare (3 generalister och 2 branschexperter). En rapport utgavs i samband med utvärderingen, vilken behandlar kompetenscentrat och FoU-arbetena - Mimer Minerals and Metals Recycling Research Centre A NUTEK Competence Centre Report to the Evaluation Group Second Mid Term Evaluation, May 2000, LTU.

Genomförda arbeten

Nedan listas de projekt som genomförts under Etapp II. För resultat hänvisas till rapportering och publikationer från Mimer, se bilaga 3:1. Rapporterna är i de flesta fall endast öppna för deltagare i programmet.

Programområde I Restproduktåtervinning:

Projekt 1 A Agglomerering, egenskaper hos restproduktbaserade agglomerat vid höga temperaturer

Syftet var att studera inverkan av partiklarnas kemiska, fysikaliska och mineralogiska sammansättning samt bindemedlets inverkan på kallbundna agglomerats egenskaper vid rumstemperatur och under högtemperatur reduktion.

Projekt IB Oljehaltiga glödskal

Projektets målsättning var att finna en metod för att nyttiggöra oljehaltiga glödskalsslam. Försök har gjorts att utveckla en process för att avlägsna olja och reducera glödskalsslammet till metalliskt järn som kan tjäna som skrotåvara.

Projekt 1C Hydroxidslam från tillverkning av rostfritt stål

Syftet har varit att finna metoder att kunna recirkulera hydroxidslammet i stålprocessen. Speciellt skulle möjligheterna till att separera fluor och andra icke-önskade ämnen studeras.

Projekt I D Testmetoder för agglomerat

Projektet har syftat till utveckling av en laborietestmetod för briketter, där reduktionsprocessen kan studeras och bestämmas, liksom utbytet av nickel, krom och molybden.

Rapportering under etapp II Programområde I Restproduktåtervinning

26 internrapporter, två examensarbeten och ett stort antal vetenskapliga artiklar och konferensbidrag har publicerats. Se bilaga 3:1

Programområde II Nya produkter

Projekt II A Miljöpåverkan från referensmaterial

Målsättningen med projektet är att ta fram miljöpåverkan från naturliga ballastmaterial och från restprodukter använda som ballast i vägbyggnad. Tyngdpunkten av arbetet, har varit att ta fram data för en livscykelinventering LCIA. En del av detta har varit laktester, på såväl naturliga ballastmaterial som restprodukter, för att bedöma utlakning av eventuella tungmetalljoner. Parallellt med undersökningarna vid LTU har industrin genomfört såväl vittringstest på gråbergsmaterial från LKAB som utlakningsstudier på hyttsten och hyttsoch ett antal utredningar av miljökonsekvenser vid användning av hyttsten i vägbyggnad. De senare har genomförts vid SGI på material från bl.a. SSAB Merox.

Projekt II B Kontrollerad slaggkvalitet

Projektet har bedrivits i två delar, ett delprojekt har bedrivits inom ett BriteEuRam projekt ETUSCE, där syftet varit att utvinna värdedefulla metaller ur rostfri stålslag och att i processen modifiera resterande slaggdel till kemiskt och miljömässigt stabila produkter. Den andra delen som bedrivits helt inom Mimer har syftat till att mineralogiskt karakterisera slaggen och studera slaggens egenskaper, speciellt med hänsyn till stabiliteten hos tungmetallerna och volymstabiliteten.

Projekt II C Restprodukter från metallurgisk och mineralteknisk industri i betong

Projektets målsättning är att utvärdera restprodukternas användbarhet i olika betongprodukter. Projektet genomförs av en forskarstuderande från CBI. En inventering och karakterisering av ett antal restprodukter från den metallurgiska industrin samt avfall från den malmbaserade mineralindustrin har genomförts. Användbarheten i standardbetong har utvärderats och testmetoder för bedömning av restprodukternas användbarhet har utvecklats.

Projekt II D Restprodukter från kalk- och dolomitindustrin Etapp I o II

Syftet var att inventera och karakterisera restprodukterna och att inventera tänkbara applikationsområden. Projektarbetet pågick under etapp I och endast avslutande rapportering återstår. En omfattande genomgång och karakterisering har gjorts av industrins restprodukter. Olika tänkbara applikationsområden har inventerats med avseende på olika kvalitetskrav hos använda mineralprodukter. En undersökning har också genomförts av hur restprodukthanteringen bedrivs i fyra olika europeiska länder vid utvalda företag. En studie av metallhalter i sjökalkningsmedel har genomförts med termodynamiska simuleringar av metallhalter i lösning. Laborieförsök har genomförts, där kalkstens- och dolomitfyller använts i cement och betong.

Rapportering under etapp II Programområde II Nya produkter 14 internrapporter, tre licentiatavhandlingar och ett stort antal vetenskapliga artiklar och konferensbidrag har publicerats. Se bilaga 3:1.

Kompetenscentrat Mimers program Etapp III

Pågående projekt

Mimer etapp III startade 1 oktober 2000 och beräknas pågå till 31 december 2003.

Programmets budget är totalt 54,2 Mkr för treårsperioden. MiMeR programmet etapp III består av tre delområden; I Restproduktåtervinning och recirkulation, II Nya produkter och III Uthållig metallåtervinning. MinFo deltar som "Övrig intressent" i delområde I och II. Bland MinFos medlemmar deltar SSAB Merox AB i delområde I och II. SMA Svenska Mineral AB och Partek Nordkalk AB deltar i område II.

Genomfört arbete

Under hösten 2000 har projektarbetet startat med detaljplanering av projektarbetet. Nedan listas de projekt som kommer att bedrivas inom Mimer Etapp III.

Område I Restproduktåtervinning och recirkulation

Paraplyprojekt Alternativa återvinningsvägar för restprodukter

Målsättningen är att sammanställa kunskap om olika restprodukter genererade inom järn- och stålindustrin för att kunna avgöra vilka möjligheter/begränsningar som finns vid olika återvinningsvägar.

1A Återcirkulering av metallurgiska restprodukter vid integrerade stålverk

Två projekt ingår:

Återföring av restprodukter till masugn: Study of cold bond agglomeration process and behavior of various binders

Återföring av restprodukter till konverter: Främst återföring till syrgaskonverter, bl.a påverkan på stålkalitet, skrotsmältningskapacitet, stoftbildning och slagkvalitet skall studeras.

1B Studies on methods for an optimum waste recycling in the electric arc furnace

Tre projekt ingår:

IB1 Recycling of wastes via EAF: Tester skall genomföras vid ett flertal stålverk med oljehaltigt glödskal och glödskalsslam och stoft.

IB2 Generation of EAF dust: Syftet är att studera stoftbildningen, bl.a genom uppföljning i stålverk, samt att utarbeta metoder för att minska stoftbildningen

IC Metallhydroxidslam från betbad: Projektet syftar till att möjliggöra återcirkulering av metallhydroxidslam från tillverkning av rostfritt stål och olegerat stål samt hydroxidslam från ytbehandlingsindustrin.

Etapp III, Område II Nya produkter

Paraplyprojekt Översikt av tidigare restproduktanvändning

Målsättningen är att utvärdera tidigare föreslagna och genomförda förslag till användning av restprodukter från mineralindustri och metallurgisk industri. Utvärdering skall göras på tekniska och ekonomiska grunder. Särskild vikt skall läggas vid logistiska förhållanden, lokal användning och definierade marknader skall värderas.

Bygg och anläggningsmaterial

Målsättningen är att utveckla och förbättra egenskaperna hos restprodukter för att möta kraven som byggmaterial, främst som ballastmaterial och betongtillsats. Arbetet kommer att bedrivas inom områdena Stabilisering av slagg, Stofter och slagg i betong samt Partikelegenskapernas effekt på löslighet och funktion.

AG Restprodukter av kalk, kalkhydrat och kalciumkarbonat

Inom denna grupp har följande projektföslag diskuterats: Agglomeringssteknik, Testmetoder för kalkbriketter och styckekalk för stålindustrin, Injicering i masugn, Lättgrus baserat på avsvärtningslam i betong, askor som skogsvitaliseringsmedel.

Rapportering

Lägesrapporter återfinns i styrgruppernas och arbetsgruppernas protokoll.

b

Rapportering

- Dokumentation från MinFos temadag Diffus Damning, 24 maj 2000, M Thomaeus, MinFo

Projekt M 2000-3:2 Elektrostatisk dammavskiljning

Pågående projekt

Projektet bedrivs som ett industriellt utvecklingsprojekt. Projektledare är P Mikkola, Partek Nordkalk Oy Ab, som genomför studien på uppdrag av övriga intressenter. Arbetet genomförs i nära samarbete med utrustningleverantör och Åbo Regioninstitut för Arbetshygien. Partek Nordkalk Oy Ab har lämnat egeninsatser i projektet. Slutrapport lämnas 30 mars 2001.

Målsättning

Den utrustning som skall utvärderas är en sk elektrostatisk dammavskiljare från Roxon AB. Studien syftar till att ge svar på frågor om joniseringsteknikens effekt på dammbildningen, så att en bedömning kan göras om det finns förutsättningar till installation på fler ställen. Frågor som skall utredas är hur Si-partiklar binds, hur den diffus damning påverkas i närområdet, energiförbrukning, teknikens möjligheter för andra tillämpningsobjekt och en utvärdering av fukthaltens inverkan. Mätningar skall genomföras för att undersöka luftens totala damm- och kvartshalt. Mätningen utförs på flera olika ställen i verket både med jonisatorn påkopplad och bortkopplad för att kunna mäta effektiviteten. Den experimentella delen sker i samverkan med instrumentleverantör.

Genomfört arbete

Ett elektrostatiskt filter har installerats för dammavskiljning vid sorteringsverket i Pargas gruva i samband med reovering av två transportband. Utrustningen fungerar enligt en enkel princip med hög spänning och lågt amperetal. En första mätserie av luftens totala damm- och kvartshalt har genomförts. Med jonisatorn påkopplad noterades en viss effekt i form av lägre dammhalter i närheten av dammavskiljaren. Generellt kan inte avläsas någon speciell effekt av dammavskiljningen på nivån av diffust damm i lokalen. 50 m från filtret är mätvärdena jämförbara med och utan dammavskiljning. Utgångsvärdena är dock låga i fabriken, även det faktum att försöken utförts under vintertid innebär att damningen blir lägre. Projektet fortgår enligt plan. Ytterligare en testomgång skall genomföras vid ett senare tillfälle. Prover skall tas på det damm som avskiljts vid jonisatorn för att studera kemisk sammansättning på det materialet som avskiljts. Fortsatta arbeten inom området planeras bli studier av alternativa elektrostatiska dammavskiljare.

Rapportering

- Lägesrapporter återfinns i styrgruppens och arbetsgruppens protokoll.
- Projekt M2000-3:2 Elektrostatisk dammavskiljning Lägesrapport 18 januari 2001, P Mikkola, Partek Nordkalk Oy Ab.

Projekt M2000-4 Förstudie Stabila deponier

Avslutat projekt

Projektet har genomförts av Luleå Tekniska Universitet, avd för Avfallsteknik och har formen av en inventering av kunskapsläget inom området.

Målsättning

Syftet med förstudien har varit att få en nationell och internationell överblick inom området stabilisering av kommunala avfallsupplag samt en bedömning av potentialen för mineralanvändning vid stabilisering av deponier. Studien skall användas för planering av fortsatta arbeten inom området.

Genomfört arbete och resultat

I studien presenteras statistik över svenska deponier. Under det närmaste decenniet kommer förändringstakten att öka, det som driver förändringarna är dels en anpassning till nya regler som utformas inom EU och dels den nationellt införda deponeringsskatten. Ett antal tillämpningsområden för mineralindustrins produkter/restprodukter beskrivs utifrån funktionella aspekter. En bedömning av marknadsutsikterna finns genomförd i studien. Denna visar att under kommande tioårsperiod finns ett kraftigt växande behov av material för konstruktioner vid avfallsupplag, främst för sluttäckning. På sikt ökas behovet av material för avfallsstabilisering, t ex för behandling av olika förbränningsrestprodukter. Mineralindustrins restprodukter används lite idag vid kommunala avfallsanläggningar, men det finns troligen en potential för ökad användning. Det finns ett behov av nyutveckling både beträffande konstruktionsmaterial i upplag och för stabilisering av avfall. Kunskapsunderlaget om mineraliska avfalls egenskaper i upplagsmiljö måste ökas.

Rapportering

MinFo projektrapport nr M2000-4 Användning av mineralindustrins restprodukter vid kommunala avfallsupplag, PM2000-12-31, författare Anders Lagerkvist, Avd f Avfallsteknik, Luleå Tekniska Universitet.

Projekt M2000-5 Tungmetaller-gränsvärden

Pågående projekt

Projektet utförs som en inventeringsstudie vid Luleå Tekniska Universitet, Avd för Mineralteknik. Visst samarbete sker med prof. T Myran vid Sintef Bygg og Miljøteknikk, Trondheim, Norge. Egeninsatser i projektet har gjorts av de företag som ingår i arbetsgruppen för projektet, bl.a Partek Nordkalk AB och Stenindustrins forskningsinstitut. Studien slutrapporteras under april 2001.

Målsättning

Nya regler håller på att utarbetas inom EU om definitioner och gränsvärden, vilket påverkar mineralindustrins utveckling av produktionsprocesser och produkter. Syftet med studien är att ta fram underlag för att kunna bedöma hälso- och miljörisker av olika element, såsom metaller etc , som ingår i vissa mineralprodukter, samt ge underlag till att föra dialogen om gränsvärden vidare. Sammanställningen skall baseras på genomförda studier och inriktas på mineralindustrin relevanta frågeställningar.

Genomfört arbete och resultat

Studien har begränsats till tungmetaller, strålning och kristallin silika. Rapporteringen är uppdelad på två delar. Den ena delen rör tungmetaller och behandlar följande områden; Deponidirektivet, Kemikalieutredningen SOU 2000:53, Varor utan Faror, Occupational Exposure Limits, (OELs) (*Hygieniska gränsvärden*), Bakgrundshalter, naturliga halter, förorenad mark och miljö kvalitet i Sverige, Effekter av kalkning eller utebliven kalkning samt olika institutioners arbeten med gränsvärden. Den andra delen innefattar arbeten främst kring

strålningsindex för byggmaterial och arbeten kring nya gränsvärden för kristallin silika. I det fortsatta arbetet föreslås publicering av populärvetenskapliga artiklar i en svensk, norsk eller internationell tidskrift tillsammans med Sintef. Fördjupningar inom projektområdet planeras genomföra inom ramen för Mimer Etapp III.

Rapportering

- Lägesrapporter återfinns i styrgruppens och arbetsgruppens protokoll och i Dokumentation från MinFos Teknikdag.
 - MinFo projekt nr M 2000-5 Tungmetaller, gränsvärden, Lägesrapport till MinFos styrgrupp för Miljöteknik 24.01.01, författare Mia Tossavainen, Avd för Mineralteknik, Luleå Tekniska Universitet.
-

1.3 Område Processteknik

Under året har arbeten bedrivits inom sex projekt, varav två har utgjorts av förstudier. Den totala projektkostnaden inom programdelen Processteknik var 1,85 Mkr, varav industrins egensinsatser utgjort 0,44 Mkr. Två universitet och ett antal experter har engagerats i utvecklingsarbetet tillsammans med företagen. För en komplett rapportering av styrgruppens arbete inom olika projektområden hänvisas till protokoll nr 1-3 från styrgruppens sammanträden.

b

Projekt nr P2000-2 Partikelmätning on-line, grova partiklar

Pågående projekt

MinFos styrgrupp Processteknik har initierat ett projekt för utvärdering av metoder för karakterisering av partikelmaterial on-line. Bildanalysbaserade metoder för karakterisering av partiklar över 10 µm bedömdes att vara av primärt intresse. Imenco AB, ett företag som utvecklar sådana system och har program baserade på algoritmer utvecklade av forskare vid KTH, Teknisk Geologi, gavs uppdraget att genomföra studien. Egeninsatser har lämnats av de företag som deltog i studien och utgjorde arbetsgrupp för projektet; Partek Nordkalk Storugns AB, Sabema Material AB, SMA Svenska Mineral, Björka Mineral/Sala Mineral samt Woxna Graphite AB.

Målsättning

Bildanalys som mätmetod har utvecklats under drygt 20 år, och antalet tillämpningar och resultatutveckling följer i stort datateknikens utveckling. Algoritmerna som används idag har kontinuerligt förfinats under de senaste 8-10 åren och stora forskningsresurser har lagts ned inom området. Syftet med studien var att beskriva problemställningar hos ett urval av MinFos medlemsföretag samt ge förslag till utvecklingen av metoder, som kan underlätta produktion och kontroll, samt bilda praxis för införandet av bildbehandling i olika delar av mineralprocessen. Studien skall utgöra basen för utarbetande av en konkret plan för introduktion och utvärdering av bildanalysbaserade mätsystem vid utvalda anläggningar.

Genomfört arbetet och resultat

Nuvarande tillämpning av bildbehandling inom mineralindustrin har sammanställts och presenteras i en bilagd "State of the art" – rapport med referenser till dokumenterat och publicerat material. Sammanställningen visar att stora steg i utvecklingen utgörs av teknik och algoritmer för att segmentera och särskilja överlappande partiklar, samt att på ett effektivt sätt finna och återskapa korngränserna hos material med textur (dvs som ej är släta). För vissa

typer av material har rekonstruktionsalgoritmer utvecklats på basis av för materialet typiska egenskaper. Laserscanning är ett angreppssätt, och konstgjorda skuggeffekter ett annat, som tillsammans med linjekamera och smala ljusstrålar kan ge en uppfattning om materialets 2,5 till 3-dimensionella form. Dessa metoder ligger ännu i huvudsak på forskningsstadier. Kommersiella system finns, och är utvecklade på basis av forskningen i Sverige, Kanada, USA, Tyskland och Frankrike. Utvecklingen i Sverige har sedan 1989 i huvudsak bedrivits av Luleå Tekniska Universitet, Ipacs AB, KTH och Imenco AB. Detta har resulterat i ett programbibliotek samt ett antal algoritmer som utvärderats i ett 20-tal projekt, varav ett flertal finns publicerade. Tyska och franska metoder kan klassificeras som laboratoriesystem, medan de svenska, kanadensiska och amerikanska har testats i industriella tillämpningar, interaktivt och on-line.

Besök, faktainsamling och dokumentation har genomförts av de fem utvalda anläggningarna inom mineral- och bergmaterialbranschen. Diskussion med respektive kontaktperson utfördes för att utröna likheter och olikheter i produktionssystem och kvalitetskrav. Efter avslutade besök har utförts en prioritering av de processteg där införande av bildanalys kan styra processer samt effektivisera och förbättra produktionsuppföljning och materialkontroll. Efter utförd inventering och analys av industrins behov och önskemål föreslås framtida projekt delas in i två kategorier: Projekt inriktade mot att anpassa och utvärdera befintliga tekniska lösningar mot gemensamma problemområden för att etablera praxis och för att snabbt nyttiggöra den nya tekniken, Kategori 2 Utvecklingsprojekt som syftar till att lösa specifika problem i olika delar av branschen med hjälp av bildanalysteknik. Med ledning av resultaten från industribesöken och diskussion med kontaktpersonerna och analysen av behoven presenteras förslag till tre olika systemlösningar: Systemlösning 1: Analys av sprängsalva, Systemlösning 2: Bildanalys av material på transportband eller fritt fall Systemlösning 3: Bildanalys vid slutkontroll.

Initialt har företagen prioriterat bildanalys på band eller fritt fall och analys av sprängsalva. Arbetsgruppen arbetar vidare med detaljplanering av projektarbetet. Däri ingår att sammanställa erfarenheter från gruvindustrin rörande införandet av bildbehandlingsbaserade partikelmätningssystem samt val av lämpliga analysystem, vilka skall utvärderas vid ett antal anläggningar.

Rapportering

- Lägesrapporter återfinns i styrgruppens och arbetsgruppens protokoll och i Dokumentation från MinFos Teknikdag.
- MinFo rapport nr P2000-2:1, Slutrapport Förstudie - Utveckling och introduktion av metoder för karakterisering av mineraliska material, författare Stefan Dahlhielm, Imenco AB

Projekt P2000-3 Förstudie- Partikelmätning on-line , fina partiklar

Avslutat projekt

Förstudien har genomförts som en inventering av befintliga metoder. Arbetet har utförts vid Avd f Mineralteknik, Luleå Tekniska Universitet.

Målsättning

Syftet med studien var att inventera tillgången till nyutvecklade metoder för partikelmätning on-line för fina partiklar. På basis av inventeringen skall förslag lämnas till fortsatta utvecklingsarbeten inom området.

Utfört arbete och resultat

Initialt genomfördes en studie och dokumentation av ett antal nya tekniker, vilka presenteras vid mässan Achema, Frankfurt, Tyskland i maj 2000. Partikelmätningstekniker var ett av de delområden som bevakades förutom områdena malning och klassering, separation och restproduktrecirkulation. Därefter har Achema studien följts upp genom att fördjupad kontakt tagits med leverantörer av speciellt intressanta utrustningar.

I en separat rapport presenteras de idag förekommande metoderna för partikelanalysering on-line och in-line. De flesta av dessa finns kommersiellt tillgängliga. Dessa instrument baserar sig antingen på laserdiffraktion, ultraljudsextingtion eller bildanalysteknik. Teknikerna beskrivs i rapporten. Företagen Sympatec och Malvern/Insitecs system, vilka finns applicerade i mineralindustrin, beskrivs mer i detalj. Förslag till fortsatta arbeten ges i rapporten. Dessa innefattar utvärdering av precisionen och tillförlitligheten hos någon/några utvalda mätutrustningar. Försöken kan ske hos leverantören eller vid utvalda anläggningar med inhyrt instrument. Jämförelse görs mellan in-line/on-line mätningarna och den traditionella partikelanalyseringen på ett antal olika mineralprodukter.

Rapportering

- Lägesrapporter återfinns i styrgruppens protokoll.
- MinFo rapport nr P2000-3:1 A trip report from Achema 2000, Y Wang, LTU
- MinFo rapport nr P2000-3:2 On-line/in-line particle size measurement and control for powder production, Y Wang, E Forssberg, LTU

Projekt P2000-4 Malning – Nya tekniker

Arbetet har utförts huvudsakligen av forskare vid Luleå Tekniska Universitet i samarbete med experter och utrustningsleverantörer. MinFos medlemsföretag har engagerats i planeringsarbetet, egeninsatser har rapporterats från SSAB Merox.

Målsättning

Nyutvecklade malningstekniker har hög potential för att ge avsevärd energibesparing i såväl malsteget som indirekt i separationsstegen. Studier har visat att den största potentialen att reducera energikostnaderna, öka kapaciteten och förbättra produktkvaliteten vid finmalning finns bland de nyutvecklade utrustningar som baseras på antingen malningstekniker med högt tryck och partikel-partikel kontakt i en materialbädd eller malning med små malkroppar som bringas i intensiv omrörning i en malkammare med antingen vibration eller excentrisk rörelse. Dessa nyutvecklingar har visat goda resultat vad avser energiförbrukning jämfört med konventionella roterande kvarnar i finmalningsområdet. Den konventionella malningstekniken med roterande kvarnar med malkroppar av olika slag blir ej effektiv vid nedmalning under 0.05-0.1 mm; siktkurvan flackar ut och finkornsandelen ökar. En indirekt energibesparing kan t ex ske genom att gynnsammare partikelstorleksfördelningar kan åstadkommas, vilket minskar kostnaderna i efterföljande klasserings- och separationssteg. Vidare påverkas partiklarnas fysikaliska egenskaper av malningsmetoden, vilket kan medföra förbättrade resultat inom flotation, lakning eller andra upparbetningsmetoder och även påverka förutsättningarna i vidareförädlingsledet. Arbetet skall baseras på erfarenheterna från tidigare projekt och nyutvecklingar på utrustningssidan. Huvudmålsättningen i projektet är att utveckla processsystem för finmalning som är effektivare än idag konventionellt använda system; både vad gäller energiförbrukning samt möjligheterna att uppnå önskade produkttegenskaper. Ett flertal nya tekniker har under senare år utvecklats utanför Sverige.

Genomfört arbete och resultat

Projektet har bestått av ett antal delområden, främst inventering och detaljplanering för studier av nya malningstekniker. I projektet har under året också ingått uppföljningsarbeten inom

området malning och energibesparing, vilka startades inom särprojektet Energibesparing vid malning och anrikning som slutrapporterades första kvartalet 2000.

Energibesparing vid malning och anrikning

Mikrovågsenergi som hjälp vid malning och frimalning av mineral

Syftet var att genomföra en grundläggande studie rörande potentiell energibesparing och förbättring av produkttegenskaperna vid användning av mikrovågsteknik som ett förbehandlingssteg före malning. I studien skulle inkluderas såväl sulfidmalm som olika industrimineral. En förbehandling med mikrovågsenergi ger möjlighet till minskning av energiförbrukningen vid den efterföljande konventionella malningen. Det kan också förväntas att en selektiv uppsprickning efter korngränser ger en bättre renkrossning vid grövre partikelstorlek, vilket också skulle kunna ge en minskad energiförbrukning totalt.

Prover av dolomit, kalksten, kvarts, granit, marmor har krossats och fraktionerats upp i partikelfraktioner från -1.6 mm till 9.5 mm. Två fraktioner av kopparmalm har ingått, 150-600µm och 75-150µm. I studien har inverkan av parametrarna exponeringstid och insatt mikrovågsenergi studerats. Efter mikrovågsbehandlingen har proverna torrmalts i en laboratoriekvarn enligt ett standardförfarande.

Studien visar att för kalksten, kvarts och kopparmalm ger förbehandling med mikrovågsenergi en finare malprodukt, dvs energieffektiviteten förbättras. Det visade sig dock att industrimineralen rent generellt var svåra att hetta upp med de tillgängliga experimentella nivåerna på mikrovågsenergi (max.7 kW) och den korta exponeringstiden (30 minuter). För kopparmalmen gav mikrovågsbehandlingen upphov till termisk sprickbildning, vilket resulterade i en effektivare malning och bättre frimalning av sulfidmineralen från gråbergsmaterialen.

Rapporter

- Slutrapport, febr 2000, MinFo rapport nr 227:06 *Energy Saving and Product Quality Improvement in Production of Fine Powders-Summerised report*, Yanmin Wang och Prof. Eric Forsberg, Luleå Tekniska Universitet.
- MinFo rapport nr 227:07, april 2000, *Microwave assisted comminution and liberation of minerals*, Yanmin Wang och Prof. Eric Forsberg, Luleå Tekniska Universitet, Mikael Svensson, GISIP AB.

Workshop- Sustainable Technology in Comminution

Den 13-14 januari 2000 genomfördes inom ramen för Nordmintek-samarbetet en workshop rörande Sustainable technology in comminution. Syftet var att ta fram idéer till utvecklingsarbeten med syfte att vidareutveckla tekniken för krossning-malning-energikedjan för uthållig tillämpning.

Workshopen samlade ett 30-tal representanter för nordisk gruv- och mineralindustri samt forskare. Nya tekniker såväl som behovsområden presenterades. Grupparbeten genomfördes och förslag lämnades till prioriterade utvecklingsarbeten inom områdena energikedjan- sprängning-krossning-malning, slitmaterial, framställning av partiklar med optimala egenskaper m.fl. Workshopen planeras följas upp med en förstudie inom området energibesparing inom mineralindustrin för utvecklande av ett projektpaket. Kontakter skall tas med Statens Energimyndighet i frågan.

Rapporter

- Dokumentation från idédiskussion och seminarium Sustainable technology in comminution, sammanställd av Luleå Tekniska Universitet, Avd f Mineralteknik.

Inventering av nya malningstekniker

Under 2000 har inom ramen för MinFos FoU-program gjorts en inventering av nyutvecklingar inom malningsområdet och kontakt har knutits med antal företag och organisationer som har utvecklat intressanta tekniker. Projektplaner har utarbetats i samråd

med företagen. I projektplanen ingår att studera och utvärdera nedan listade tekniker vid framställning av primärt industrimineral och malda slaggprodukter. Arbetet skall bedrivas av forskare från Luleå Tekniska Universitet, avd för Mineralteknik, i nära samarbete med utvecklingspersonal från deltagande producenter och leverantörer av utrustning. Den totala kostnaden för utvecklingsarbetet beräknas uppgå till ca 1,1 miljon kronor, varav industrins egna insatser utgör 600 000. Till projektet kommer kontinuerligt att inventeras och eventuellt utvärderas nytillkomna tekniklösningar inom området.

Malningsstudier i Maxx Mill - nyutvecklad agiterad kvarn

Existerande agiterande kvarnar används vanligen för våt malning av material under 200 mikron. Den sk Maxx Mill, utvecklad av Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH, Hardheim i Tyskland, har expanderat applikationen av agiterande malning till partiklstorlekar på ett par millimeter för ingående material. Malningen kan även genomföras torrt. Kvarnen består av en roterande trumma med en stationär avskrapare och en omrörare som är placerad excentriskt i trumman. Malkropparna som kan vara av stål, glas eller keramik kan tillföras upp till 80% fyllnadsgrad. Det sägs att Maxxmill systemet, främst genom påmatningsfunktionen, ger en intensiv blandning av materialet med malkroppschargen, vilket ger upphov till en effektivare nedbrytning i jämförelse med traditionella tekniker.

Inom projektet skall en inledande studie göras för att utvärdera Maxx Mill tekniken vid torrmalning av kalksten. Kalksten –1 mm från Partek Nordkalk AB har valts som försöksmaterial, då detta material tidigare använts i studier av andra tekniker och därmed kan tjäna som referens för att kunna jämföra effektiviteten hos olika utrustningar. Följande parameterars inflytande på malningsförloppet skall studeras: Rotationshastigheten hos omröraren, påmatningshastigheten, malkropparnas storlek/form samt fyllnadsgraden i kvarnen. Utvärderingen görs genom att bestämma energiförbrukning samt malproduktens partikelstorleksfördelning och specifika yta.

Malningsstudier i excentrisk vibrationskvarn ESM - nyutvecklad vibrationskvarn

Denna kvarn har utvecklats av Siebtechnik GmbH och Technische Universität Clausthal, Tyskland. Kvarnen är en excentrisk vibrationskvarn, där den excentriska rörelsen utgår långt från malningstrummans centrum, vilket gör att inhomogena vibrationsrörelser som ellipsformade och linjära vibrationer uppkommer i tillägg till de cirkulära vibrationer som sker i traditionella vibrationskvarnar. ESM systemet sägs bl.a ge möjligheter att mala grövre gods, få ökad kapacitet och lägre energiförbrukning än i traditionella vibrationskvarnar. De material som utvalts för studier är kalksten –2 mm från Partek Nordkalk samt stålslagg och masugnsslagg från SSAB, Oxelösund. Studierna syftar till att etablera samband mellan energiförbrukning och malproduktens fysikaliska egenskaper. Speciella studier skall göras av eventuell mekanisk aktivering av masugnsslaggen genom vibrationsmalningen i ESM kvarnen.

Studier av högtrycksmalning av slagg

Nyutvecklade högtrycksmalningstekniker har hög potential för att ge avsevärd energibesparing i såväl malsteget som indirekt i separationsstegen.

Högtrycksvalsmalningstekniken, en torr process som finns i industriell skala, medger en selektivare renkrossning av mineralen utan överproduktion av fint material, vilket kan ge möjlighet till att genomgående genom hela processkedjan använda torr teknik. Tidigare studier har visat positiva resultat av högtrycksvalsmalning i samband med produktion av industrimineral. Det här föreslagna projektet syftar till att utvärdera möjligheterna att använda tekniken vid finmalning av slagg med inriktning mot energibesparing och förbättrad frimalning. Materialet är slagg från SSABs anläggningar. Olika utrustningsparametrars

inverkan på malreslutatet skall studeras. Utvärdering sker genombestämning av energiförbrukning samt malproduktens partikelstorleksfördelning och specifika yta.

Studier av elektrisk malning

Vid Imperial College i London pågår utvecklingsarbeten kring malning med elektrisk plasma. Tekniken innebär att mineralen bryts ned genom att utsätta materialet för en hög spänning. Genom mineralens olika ledningsförmåga uppstår spänningar längs korngränser i materialen varvid sprickbildning och nedbrytning sker. Goda resultat har erhållits vad avser renkrossning av metallförande mineral. Initiala tester skall genomföras på kalksten, grafit och dolomit för att utvärdera denna tekniks möjligheter för dessa mineraltyper. Arbetet sker vid Imperial College och sker i samarbete med Luleå tekniska universitet och mineralproducenter.

Rapporter

Lägesrapporter och projektplaner återfinns i styrgruppens protokoll.

P2000-5 (tidigare MinFo projektet 240)Torr starkmagnetisk separation

Projektet, som startade 1998, bedrivs som en del av ett doktorandprojekt vid Luleå Tekniska Universitet, Avd för mineralteknik inom Företagsforskarskolan i Berg- och Mineralteknik. Hesselmanska Stiftelsen stöder detta doktorandprojekt. Svedala Pumps&Process är engagerade i projektet och en stor del av det experimentella arbetet utförs vid företagets laboratorier. Enligt plan skall en licentiatavhandling presenteras i slutet av år 2001.

Målsättning

Projektet syftar till att vidareutveckla en torr högintensiv starkmagnetisk teknik för rening och separation av industriella mineral. Arbetet baseras på den av Svedala Pumps & Process utvecklade torra högintensiva separationstekniken, en cyklisk separator bestående av en matrisförsedd separationsenhet placerad i en solenoid magnet. Enligt plan skall olika parametrar, såsom Ingående materials partikelstorlek, Matrisens utformning, Fältstyrkan samt Luftflöde hastigheten genom matrisen, och deras inverkan på separationsresultatet studeras.

Genomfört arbete och resultat

Inverkan av partikelstorleken på separationsresultatet

Under året har publicerats följande arbete som påbörjades under 1999, och för vilka en första redogörelse lämnades i föregående års verksamhetsberättelse.

Det experimentella arbetet bestod av studier rörande partikelstorlekens inverkan på separationsförloppet. Fraktioner ($-75\mu\text{m}$) av ett försöksmaterial bestående av en syntetisk blandning av kvarts och hematit samt olivin separerades i Svedala Pumps & Process testmaskin, en cyklisk högintensiv magnetseparator utformad för torr separation. Resultaten visar att separationsskärpan avtar med minskande partikelstorlek. Ett mindre luftflöde och starkare magnetfält reducerar hematitnehålllet i den omagnetiska fraktionen över alla partikelstorleksintervall. Luftflödet har inverkan också på viktsutbytet av den omagnetiska produkten, medan magnetfältets intensitet inte tycks påverka den omagnetiska produkten utbyte. Forskarna konstaterar att utrustningen har en potential att ge goda separationsresultat för material med partikelstorlekar $-75\mu\text{m}$. För material $-10\mu\text{m}$ återstår dock att lösa problemet med igensättning främst beroende på en kraftig avsättning av fint material på matrisen.

Dispergering av fina mineralpartiklar och dess effekt på torr starkmagnetisk separation

Vid torra anrikningsprocesser, såsom luftklassering och olika separationsprocesser, reduceras processernas separations-skärpa och effektivitet ofta av att de mycket fina partiklarna i

materialet tenderar att agglomerera. Detta kan medföra att föroreningar innesluts och ej kan avlägsnas. I tidigare försök med den torra starkmagnetiska separatorn har också påvisats att agglomerat kan sätta igen matrispaketet. Syftet med detta arbete har varit att studera effekterna av en mekanisk dispergering av finmalda kalkstens- och kvartsmaterial före den magnetiska separationen.

Genomfört arbete och resultat

Ett nyutvecklat mekaniskt dispergeringssystem, benämnt RODOS från Sympatec GmbH har utvärderats. Systemet bygger på att materialet dispergeras med hjälp av en kraftig luftström (air-jet) i en rotor. Tre olika nivåer på kompressionstrycket för dispergeringsluften användes i försöksserien. Testmaterialet har varit finmalda (-38 µm) syntetiska blandningar av hematit (LKAB) och kalksten (Partek Nordkalk AB) respektive hematit och kvarts (Norwegian Crystallin). De experimentella resultaten visar att det är möjligt att dispergera de flesta partiklar av mikronstorlek i den intensiva luftströmmen, vid arbetstryck högre än 2×10^6 dyne cm^{-2} . Fördispergering av materialet inverkar också positivt på den efterföljande magnetiska separationen genom. Utbytet av omagnetisk produkt ökar och halten järnoxider i den omagnetiska produkten är lägre än vid motsvarande försök utan fördispergering. Dispergering verkar också eliminera risken för igensättning av matrisen med agglomererade partiklar. I rapporten ingår en teoretisk del, där möjligheterna att dispergera agglomeraten bedöms utifrån de krafter som påverkar partiklarnas agglomeratbildning, såsom van der Waals krafter, Coulomb-krafter, kapillärkrafter och elektrostatiske krafter.

För fortsatta arbeten rekommenderas att en fördispergering används vid den torra magnetiska separationen och att den torra starkmagnetiska separatorn utrustas med mekanisk vibration av matrisen. De positiva effekterna av mekanisk vibration av matrisen studerades under föregående år och rapporterades i verksamhetsberättelsen 1999. Tester genomfördes då på Carpcos sk Cryoflow filter, en supraleddande högintensiv magnetseparator, som också är utrustad med ett vibrationshjälpmedel för att undvika igensättningsproblem i matrisen. Denna rapport har publicerats under år 2000.

Rapportering

- Lägesrapporter återfinns i styrgruppens protokoll.
- MinFo rapport nr 240:03 Dry purification of fine industrial mineral powders by super-conducting HGMS with vibration assistance, Y Wang., AC Johansson, E Forssberg, Luleå Tekniska Universitet, Avd f Mineralteknik
- MinFo rapport P2000-5:4 Influence of Particle Size on Purification of Industrial Minerals in Dry High Gradient Magnetic Separation, AC Johansson, Y Wang., E Forssberg, Luleå Tekniska Universitet, Avd f Mineralteknik
- MinFo rapport P2000-5:5 Deagglomeration of Fine Powders and Its Effect on Dry HGMS, Y Wang., AC Johansson, E Forssberg, Luleå Tekniska Universitet, Avd f Mineralteknik

Projekt nr P2000-6 (tidigare projekt nr 242) Torr gravimetrisk separation

Pågående projekt

Projektet har pågått, sedan 1999 och slutrapporteras under våren 2001. I ett tidigare genomfört teknikprogram har ett antal försök genomförts med en nyutvecklad torr gravimetrisk separationsutrustning, ett luftskakbord DGS från firma Fren, Österrike. Tekniken visade lovande resultat för ett antal applikationer. Minpro AB, ansvariga för utvecklingsarbetet i projektet, har på basis av de indikativa försök som genomförts, gjort bedömningen att DGS-tekniken bör ha goda möjligheter att finna tillämpningar inom mineral- och återvinningsindustrin. En egen testutrustning har anskaffats. Projektet bedrivs i samarbete med olika företag, bl.a. MinFos medlemmar. Projektet stöds även av Knutsbergstiftelsen.

Målsättning

Projektet syftar till utveckling av en torr gravimetrisk separationsteknik för såväl uppabetning av mineral som restprodukter. Initialt skall studeras förutsättningarna för en vidareutveckling av metoden med DGS luftskakbordet. Luftskakbordet, DGS, arbetar som en tvåvägsseparator med fluidiserad bädd och separerar en torr materialblandning i en tyngre och en lättare produkt. Indikativa försök har visat att funktionen är beroende av förutom densitetsgradienter i materialblandningen, också av att materialet har en snäv partikelstorleksfördelning. Processtekniskt krävs mycket konstanta, jämnt fördelade luftströmmar för att uppnå god driftstabilitet. Principiella studier på olika typer av material skall genomföras. Utrustnings- och materialparametrarnas inverkan på separationsförloppet skall studeras.

Genomfört arbete och resultat

Utvärdering av densitetsskillnadens och partikelformens inverkan på separationsresultatet

Arbetet har varit inriktat på att undersöka vilka typer av material som lämpar sig för separering med luftskakbordet och vilka densitetsskillnader som krävs mellan olika mineral i försöksmaterialet för att ge ett bra separationsresultat. I försöksserien ingår också tester med material, som har mineral i blandning, vilka har avvikande kornform men en liten densitetsskillnad.

Sex olika försöksmaterial har undersökts, alla restprodukter från mineral- och metallurgisk industri. Tre slagger och en blyaska utgjorde material, som visade stora densitetsskillnader mellan de mineralkomponenter som skulle separeras från varandra. En restprodukt av glimmer-fältspat och en apatithaltig restprodukt från mineralindustrin visade små densitetsskillnader. Materialen har också, om möjligt, fraktionerats före separeringen. I rapporten beskrivs DGS-tekniken, använd försöksutrustning, försöksutförande och en beskrivning av testmaterialen samt försöksdata och resultat. Resultaten visar att för vissa av slaggmaterialet torde möjligheten finnas att uppnå höga metallhalter i tungprodukten vid acceptabelt utbyte om renkrossning föreligger. Försöket med glimmer-fältspatsprodukten visade att ett material med ingående mineral, som har olika kornform, går bra att separera på luftskakbordet, trots en liten skillnad i densitet mellan mineralen. Det apatithaltiga avfallet, där skillnaden i densitet mellan mineralen man önskade separera var mindre än 0.5 g/cm^3 och skillnad i kornform var liten, var ej lämpat för separering på luftskakbordet. Varje genomförd test kommenteras i rapporten och resultaten analyseras och förslag ges till kompletterande studier eller möjliga driftsresultat.

Systemstudier-krossning, malning, klassering, DGS separation

Syftet är att utveckla den praktiska tillämpningen av DGS till ett fungerande system omfattande krossning, malning, klassering och separering. Den gravimetriska separatoren DGS sort 300 har kompletterats med en sikt Mogensensizer försedd med fyra siktdäck, som ger bättre möjligheter att fraktionera försöksmaterialet.

Ett antal försöksserier har genomförts enligt följande: Separation av kabelskrot med inriktning på att bl a separera aluminium och koppar, Utvinning av granater ur ej fraktionerad råmalm samt Separation av zinkråmalm. Planerade arbeten är fortsatta försök för optimering av processen för ovanstående material samt separation av grafit-svavelkis, kaolin-glimmer, kvarts-fältspat samt rening av tegelskrot.

DGS –tekniken har också prövats inom ett av de projekt som genomförts inom ramen för MinFos småföretagssatsning MinUt och där tillämpats som en del i utvecklingen av en ny provberedningsmetod för malmprover innehållande grovt guld.

Rapportering

- Lägesrapporter återfinns i styrgruppens protokoll.
- MinFo rapport nr 24201Delrapport 1 Torr gravimetrisk separation, författare: Ove Johansson, Per Nordenfeldt, Minpro AB
- Lägesrapport över utfört arbete kv 4 år 2000, Per Nordenfeldt, Minpro AB

Projekt nr 2000-7 Bulkhantering

MinFo stöder sedan många år forskning vid Avd för Pulverteknologi (Department of Powder Technology –POSTEC) vid Telemark Industrielle Utvecklingscenter-Tel-Tek, Porsgrunn , Norge. Under år 2000 har inte bedrivits något specifikt projekt, där MinFos företag direkt engagerats i arbetet. MinFos styrgrupp beslutade för år 2000, att endast stödja pågående projekt inom Postec-programmet med ett generellt forskningsbidrag, främst inom områdena Åtgärder mot segregering i silos och Kontinuerlig blandning.

Genomfört arbete och resultat:

Följande projekt har genomförts inom Postec-programmet år 2000

Simulering av pulverströmning i silos.

Projektet ingår i som en del av ett doktorandarbete. Ett program är under utveckling för simulering av pulverströmning. Beräkningar utförda med modellen visar god överensstämmelse med såväl Jenikes teorier som experimentella försöksresultat. Arbetet fortsätter kommande år.

Installation av antisegregationssystem ASS.

Projektet har genomförts som ett industriellt utvecklingsprojekt och systemet har installerats i två silos för hantering av metalloxider. ASS systemet består av en fördelningsenhet som fördelar ingående material till sex antisegregationsrör som placerats längs siloväggen. Resultaten har visat att ASS systemet motverkar segregering och även ger en homogenisering av materialet. Arbetet fortsätter och en doktorsavhandling presenteras under 2002.

Station för studier och utveckling av kontinuerliga blandare.

Under året har byggts upp en mätstation för övervakning/studier av blandningsförloppet. Studier av effektiviteten hos kontinuerliga blandare fortsätter med den nya testriggen.

Uppskalning av pneumatiska transportsystem

Projektet syftar till att utveckla nya metoder för uppskalning av pneumatiska transportledningar. Existerande metoder ger en kraftig överestimering av tryckfallet.

Modellutvecklingen fortsätter.

Avdämning

Ett nytt interface har inmonterats i en existerande vindsikt. Denna modifiering har givit lovande resultat och mycket finare material än tidigare har kunnat separeras. Om det finns ett industriellt intresse kan konceptet kommersialiseras.

Uniaxialtestaren

Denna testmetod används för provning av materials strömningsegenskaper och är ett komplement/ersättning till Jenikes metod. Under året har en automatiserad fyllningsprocedur utvecklats för fyllning av testmatrisen. Reproducerbarheten hos den automatiserade mätmetoden måste dock förbättras och detta arbete fortsätter.

Pulverkaraktärisering

Som en del i ett EU-projekt deltar Postec tillsammans med 27 andra laboratorier i en studie rörande ett flertal idag använda mätmetoder för pulverkaraktärisering. Metodernas relevans för olika material och industriella applikationer samt reproducerbarhet m.m. skall utvärderas..

Rapportering

Projekten har lägesrapporterats i POSTEC Newsletter, vid POSTECs Årsmöte 16-17 oktober 2000 samt i ett antal POSTEC-rapporter.

-Sammanfattning från POSTEC Årsmöte 2000. Gisle Enstad, POSTEC
