MinFo

MinBaS

MinFo rapport nr P2000-13:4
Projekt 4.1 Åtgärder mot damning
Slutrapport MinBaS projekt 1,5 Åtgärder mot damning

ÅTGÄRDER MOT DAMNING VID PRODUKTION AV BERGMATERIAL OCH INDUSTRIMINERAL

EN GUIDE TILL TEKNISKA LÖSNINGAR

Sammanställd av Anders Lindahl, MinFo

Skövde, juni 2005

Förord

Denna handbok har utarbetats i första hand för användning inom industrimineral- och bergmaterialbranscherna men är tillämpbar för all processindustri med dammande hantering. Sammanställningen utgör slutrapport från ett projekt som syftat till att sammanställa aktuellt kunnande kring följande frågor:

-Hur uppstår damm och vad är damm?
-Vilka regelverk gäller och vilken litteratur finns?
-Vilka metoder finns för dammbekämpning – bästa tillgängliga teknik?
-Möjligheter till energi- och kostnadsbesparing genom rätt dammbekämpning

Arbetet har ingått i Statens Energimyndighets satsning *Energieffektiv framställning av industrimineralprodukter – Industrimineralteknisk forskning vid MinFo 2002-2004* men det har också anslutits till *MinBaS-programmet* som genomförts åren 2003-2005, där Statens Geologiska Undersökning är huvudman. Finansiering kommer dels genom dessa myndigheter och dels från deltagande industrier.

Projektet har drivits med en arbetsgrupp bestående av medlemmar från MinFo (Föreningen Mineralteknisk Forskning) och SBMI (Sveriges Bergmaterialindustri).
Huvuddelen av arbetet har utförts av Anders Lindahl, seniorkonsult med lång erfarenhet från tillverkning och användning av utrustning för materialförädling.

Förutom handboksarbetet har drivits tre praktikfall för utprovning av nya tekniker under verkliga förhållanden:
Test av skum som dammbekämpning i krossanläggning
Test av Ion Blast tekniken som dammbekämpning i krossanläggning för foderkalktillverkning
Mekanisk avskiljning genom ny kapsling och bandavskrapning
Dessa redovisas som fallstudier sist i rapporten.

Ett stort tack till samtliga deltagande i projektet ”Åtgärder mot damning”, inte minst till de leverantörer som bistått med bildmaterial och annat underlag. Framför allt ska framhållas Anders Lindahls insatser med faktainsamling, sammanställning och presentation av materialet.

Från industrin har deltagit bland annat Lars Sunnebo och Göran Sandström, Nordkalk AB, Staffan Lindblom, Cementa AB, Mattias Bäckström, Björka Mineral AB, Nils Vorbrodt, Omya AB, Peter Andersson, Swerock AB, Sofia Nord, Olov Sabel och Niklas Skoog, Sand&Grus AB Jehander samt Jacob Lidén och Lin Tennung, NCC Roads AB.

Stockholm i juni 2005

Marianne Thomaeus
MinFo

Per Murén
SBMI

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.SAMMANFATTNING **5**

2. INLEDNING **7**

2.1 Produktion av bergarter och mineral i Sverige 7

2.2. Bakgrund till projektet 9

2.3 Projektets syfte och mål 9

3. DAMM- OCH SPILLEGENSKAPER OCH KÄLLOR **11**

3.1 Mineralen och bergarternas egenskaper 11

3.2 Dammkällor i produktionsprocessen 12

3.3 Spillkällor i produktionsprocessen 12

Bilaga 3.1 Möjliga dammbegränsningsåtgärder 15
Bilaga 3.2 Källstyrka 19
Bilaga 3.3 Tankar om spill av Ove Brunius 21

4. LAGAR OCH FÖRORDNINGAR, MÄTMETODER **27**

4.1 Generellt 27

4.2 Lagar och förordningar 27

4.3 Dammätning och mätmetoder 28

4.4 Kontrollmätningar 29

5. NULÄGE I INDUSTRIN RÖRANDE ÅTGÄRDER MOT DAMNING **33**

5.1 Generellt - Stationära anläggningar 33

5.2 Generellt - Mobila anläggningar 34

Bilaga 5.1 Nuläge. Sammanfattning Inventeringsenkät Damm 37
Bilaga 5.2 Nuläge. Sammanfattning Inventeringsenkät Spill 39
Bilaga 5.3 Nuläge. Naturstensproduktion 41

6. BÄST TILLGÄNGLIG TEKNIK (BAT) FÖR BEKÄMPNING AV DAMM OCH SPILL I PRODUKTIONSDAMMKÄLLOR **43**

6.1 Generellt och dammbekämpningsmetoder 43

6.2 Bergborrning 47

6.3 Salvan, skuthantering, lastning och tippning 49

6.4 Matare 51

6.5 Krossar 53

6.6 Fickor och silor 56

6.7 Siktar 58

6.8 Elevatorer, skruvtransportörer och skraptransportörer 61

6.9 Bandtransportörer 65

6.10 Öppna upplag 75

6.11 Diffus damning 78

7. KOSTNADER **85**

7.1 Generell kostnadsanalys vid investering - energirelaterad 85

7.2 Aktuell teknik och kostnad för uppsamling och transport av spill och damm 85

7.3 Bedömning av merkostnaderna för åtgärder mot damning 86

8. ENERGIBESPARING **89**

9. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER **91**

9.1 Slutsatser 91

9.2 Rekommendationer 92

10. LITTERATUR **93**

10.1 Generellt 93

10.2 Lagar och förordningar (www.notisum.se) 93

10.3 Arbetsmiljöverket (www.av.se) 93

10.4 Standarder (www.sis.se) 93

Bilaga 10.1 Litteratur 95

11. BILAGOR CASE STUDIES – TESTER AV NY TEKNIK I PRODUKTIONSANLÄGGNINGAR **97**

MinFo rapport nr P2000-13:1 Dammbekämpning med dustfoam skumteknik 99

MinFo rapport nr P2000-13:2 Dammbekämpning med Ion Blast ESP teknik 111

MinBaS rapport nr 1:3 Dammkapsling, bandrensning och spilluppsamling för en bandomlastning 121

Sammanfattning + innehållsförteckning - Examensarbete nr E2748, maj 2003, Damning i bergtäkter, Jacob Lidén, Bergsskolan, Berg- och mineralteknik 133

1.SAMMANFATTNING

Upparbetning av industrimineral sker oftast i torra processer och stora energiinsatser krävs för att avskilja dammbemängd luft och hantering av spill. Det finns ingen samlad forskning inom området och erfarenheterna i industrin av åtgärder mot damning är sällan dokumenterade. Arbetet i projektet har därför inriktats mot att utvärdera nya energieffektiva lösningar och att dokumentera och sammanställa en guide över Bäst Tillgänglig teknik för åtgärder mot damm och spill, vilken är avsedd för att användas i industrin. Ett antal nya energieffektiva tekniker har testats i produktionsanläggningar för bergmaterial och industrimineral. Dammbekämpning med en nyutvecklad skumteknik, en ny kapslings- och bandavskrapningsutrustning samt ett nytt elektrostatiskt filter har utvärderats inom projektet.

Projektets industriella förankring har varit stark. Den framtagna rapporten om Bäst Tillgänglig teknik är uppskattad av industrin. Genomförda studier av nya tekniker för bekämpning av damm och spill visar att finns goda möjligheter att det omedelbart kunna uppnå kostnads- och miljöförbättringar i anläggningarna. De nya teknikerna finns tillgängliga på marknaden och kan anpassas för enskilda behov. Ytterligare arbete bör dock göras för att sprida kunskapen i industrin om Bäst Tillgänglig Teknik och utvecklingsinsatser bör riktas mot att få fram fler kostnadseffektiva lösningar, som kan minska kapitalkostnaderna för åtgärderna, då dessa idag är en fördröjande faktor för implementering i industrin.

Genomförda åtgärder för dammbekämpning har verifierat att det finns en god energibesparingspotential i att införa bättre tekniker i produktionsanläggningarna. Den totala förbrukningen av energi för dammavskiljning, dammsugning och hanteringen av spill respektive den indirekta besparing som kan göras genom minskat maskinslitage varierar för olika anläggningar. Industrin har dock framhållit att kostnaderna vanligen är avsevärda. Om förbättrande åtgärder kan ge en 20 % - ig reduktion av energiförbrukningen i en anläggning, så blir potentialen i hela Sverige av storleksordningen ca 9 GWh/år.

SUMMARY
The processing of industrial minerals and rocks are often done by dry methods and large quantities of energy are consumed to filter dust-containing air and to handle material spillage**.** There is no focused research in the area of dust prevention and control for the minerals industry. Experiences in the industry of dust prevention methods are rarely documented. The work in this area has hence been directed at finding new energy effective solutions. A comprehensive guide has been prepared for use in the industry through compilation of BAT- solutions for dust control and reduced spillage in mineral production plants. Further efforts are planned to speed up the transfer of knowledge within the industry about the BAT- solutions. Development efforts should be focused on finding more cost effective solutions, which can reduce the capital costs, as these today are delaying the implementation of the new methods in the industry.

The project has a strong support in the industry. The companies appreciate the compiled guide on BAT-solutions. The results show that there are good possibilities to immediately achieve reductions in operation costs and improvement of the occupational environment by introducing new solutions for dust control and materials spillage. The energy consumption for dust control, vacuum cleaning of dust and handling of spillage and the indirect cost for wear by dust and spillage vary between different plants. The companies have however pointed to the fact that the costs are substantial per ton produced. If introduction of new preventive measures for dust control and spillage is assumed to give 20% reduction of the energy consumption in a plant, the potential is in the order of 9 GWh annually in Sweden.

2. INLEDNING

2.1 Produktion av bergarter och mineral i Sverige

Produktionsmässigt brukar man dela in mineralindustrisektorn i fyra delbranscher, gruvindustrin, bergmaterial- (ballast), industrimineral- samt naturstensindustrin. Delvis olika produktionsförutsättningar råder inom de fyra delbranscherna, vilket påverkar damningsfrågor och därmed sammanhörande behov av åtgärder.

Fyndigheter av metalliska mineral finns främst i Bergslagen och i Norrland. Produktionen av järnmalm är idag helt koncentrerad till Norrbotten. Komplexmalmer produceras främst i Norrbotten och Västerbotten samt vid två anläggningar i Mellansverige; en i Dalarna och en i Örebro län. År 2003 producerades 24,8 miljoner ton järnmalm och 21,9 miljoner ton icke-järnmalmer. Gruvindustrin totalt sysselsatte år 2003 drygt 4166 personer vid 15 arbetsställen.

Fyndigheter av bergmaterial, industrimineral och natursten finns i hela landet. Produktionen är dock koncentrerad till landets mellersta och södra delar och i kustnära områden i norra delen av Sverige. År 2003 levererades 71 miljoner ton bergmaterial varav krossat berg utgjorde 41 miljoner ton och 10,3 miljoner ton industrimineral varav 8,6 miljoner ton kalksten. Brytningen av natursten var 0,93 miljoner ton. Totalt sysselsätts 7200 personer inom dessa industrigrenar. De är anställda i mindre företag och produktionsenheter vid de 1872 bergtäkter, 47 industrimineral-täkter och 67 naturstenstäkter som var i produktion år 2003.

Bergmaterial i form av krossberg, naturgrus och återvunnet inert material utgör basen i allt infrastrukturellt byggande. Bergmaterialindustrin förser oss med det stenmaterial, som bygger upp vägar och järnvägar. Bergmaterial är också insatsråvara i asfalt och betong. När bergmaterial används för dessa ändamål benämns det ofta ballast.

Bergmaterialen produceras i Sverige i öppna täkter ovan jord. Naturgrus och sand grävs ut ur täkterna efter tillredningsarbete, medan sk. krossballast sprängs, lossgörs med grävmaskiner, transporteras med fordon eller bandtransport till krossning. Upparbetningen av bergmaterial sker genom uppdelning i olika fraktioner genom klassering, vanligen siktning. Detta är oftast en torr process. Andra typer av upparbetningsmetoder, som avslamning av fint material, kan förekomma liksom våta klasseringsmetoder. Slutprodukterna är oftast torra fraktioner av olika styckestorlek, från sand till grov makadam. Inom bergmaterialindustrin är oftast krossnings och klasseringsenheterna inte inrymda i slutna anläggningar och mobila enheter är vanliga. Leveransen sker oftast från marklager, finare produkter kan utlastas via silo.

Gruvindustrin processar malmkoncentrat. Malmerna är råvaror för tillverkning av metaller. Järnmalm är råvara för järn som sedan upparbetas till stål. Andra malmer som komplexmalmer innehåller koppar bly, zink, guld och silver. Genom att behandla malmkoncentrat i olika typer av smältprocesser eller hydrometallurgiska processer framställer man metallerna.

Järnmalm och många fyndigheter av komplexmalmer bryts i underjordiska gruvor där malmen tas ut genom sprängning, losstagning med grävmaskiner och transport med fordon, tåg eller band till krossning. Den största produktionsenheten för komplexmalm drivs dock som en dagbrotts-gruva. Malmerna upparbetas (anrikas) oftast i våta processer. De våtmals, våtklasseras

och mineralen separeras och renas genom t.ex. magnetisk separation eller flotation.
Efter anrikningsstegen avvattnas, filtreras och torkas malmkoncentraten, av järnmalmen tillverkas till största delen sintrade järnmalmspellets. Malning och anrikning liksom upparbetnings-processerna sker i slutna anläggningar. Slutprodukterna är torra järnmalmspellets eller relativt torra finkorniga sliger (malmkoncentrat från anrikningsprocessen) som skall hanteras på lager, vid utlastning och transport till kund.

Industrimineral, som kalksten, dolomit, kvartsit, olivin, leror, fältspat, krita, grafit m.fl. är viktiga insatsvaror inom svensk industriproduktion. Industrimineral är råvaror för cement, murbruk, tegel, glas, keramik, eldfasta produkter, blästermedel, oorganiska kemikalier och gödselmedel. De tillsätts i processerna vid tillverkning av stål och andra metaller. Vid tillverkning av papper, plast, tätningsmedel, färg, gummi och vissa organiska kemikalier ingår industrimineral som råvara till mellan 25-75 procent. Industrimineral används också inom det miljötekniska området, t ex för sjökalkning och i vattenreningsfilter.

Industrimineral produceras oftast i täkter ovan jord **(**dolomit produceras idag under jord). Det stora tonnaget, som kalksten, produceras genom sprängning, losstagning med grävmaskiner och transport med fordon eller bandtransport till krossning. Anrikningen av industrimineral sker oftast torrt, men det förekommer också våta anrikningsmetoder. Förkoncentrering genom sortering finns i många fall. Torr finmalning och luftklassering är en vanlig metod för framställning av industrimineralprodukter. Industrimineralprodukterna kan också vidareförädlas genom att mikroniseras, agglomereras, briketteras och kalcineras, t.ex. krossad kalksten vidareförädlas till bränd kalk. Kalksten utgör råvara till cementklinker som efter kalcinering i sin tur mals till cement. Malning, klassering och upparbetningsprocesserna sker i slutna anläggningar. Slutprodukterna är oftast torra varor som skall hanteras på lager, vid utlastning och transport till kund. Leveranserna sker oftast i säck eller via silo.

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 av natursten sker i öppna täkter. Först frigörs ett stort primärblock (500-5000 m3) genom försiktig sprängning, sågning eller slitsborrning. Därefter delas primärblocken upp i sekundärblock (5-400 m3) genom kilning eller borrning och sprängning. Dessa sekundärblock delas upp i transporterbara ämnen om ca 12 m3 som lastas och transporteras med hjullastare till en sk huggplats. Där tillreds 2-8 m3 handelsblock genom huggning. Handelsblocken måste vara så rektangulära som möjligt för att passa i de sågar som används för den vidare bearbetningen. Vidare bearbetning till färdiga produkter sker genom sågning av blocken till skivor, som sedan ytbehandlas genom tex flamning, krysshamring eller slipning. Gat- och kantsten kilas, klipps eller huggs till lämplig storlek och form. Gravstenar tillverkas av plattor som sågats, klipps eller huggits till lämpliga mått och ytbehandlats. Slutprodukter är antingen handelsblock eller olika typer av vidarebearbetade produkter. Vidarebearbetningen som sågning och ytbehandling sker i slutna anläggningar medan huggning och klippning kan drivas i mer öppna produktionsenheter. Vid produktionen och i vidarebearbetningen används ofta vattentillsats för att minimera damningen.

2.2. Bakgrund till projektet

Upparbetning av industrimineral och bergmaterial sker oftast i torra processer Vid produktion av mineral och bergarter utgör spill och damm från de torra produktionsprocesserna en stor kostnad genom att en stor mängd energi förbrukas för avskiljning av dammbemängd luft och för dammsugning av damm och spill.

Bekämpning av damm och spill i anläggningarna är också en fråga av vikt för arbetsmiljön och den yttre miljön. Det finns ingen samlad forskning inom området och olika lösningar för att reducera och avskilja dammet används inom industrin, men resultaten finns ofta inte allmänt tillgängliga. Det har därför bedömts som angeläget att systematisera och samla kunskapen inom ett industrirelaterat projekt som spänner över mineralindustrins delbranscher. Nya, energi-effektiva tekniker och metoder för dammavskiljning behöver implementeras och anpassas till mineralindustrins förutsättningar.

Inom MinFos forskningsprogram har området förstuderats tidigare. Under våren 2000 genomfördes en välbesökt temadag för att lägga grunden för framtida utvecklingsinsatser. Forskare, leverantörer och producenter presenterade då sina synpunkter på behov och lösningar. Enskilda tekniker har utvärderats inom tidigare projekt. Inom MinBaS-programmet framkom att bergmaterialproducenterna var mycket intresserade av att samordna sin projektverksamhet kring dammbekämpning med det påbörjade projekt som påbörjats inom MinFos projektpaket med STEM, vilket också skedde. Styrgruppen beslöt initialt att det krävdes en delprojektledare med lång industrierfarenhet för att kunna driva detta projekt och en sådan anlitades. En arbetsgrupp med företagsrepresentanter tillsattes som stöd för projektledaren.

2.3 Projektets syfte och mål

Den långsiktiga målsättningen inom projektet har varit att finna nya energieffektiva åtgärder mot s.k. diffus damning vid produktion av mineral och att förbättra arbetsmiljön och den yttre miljön. Syftet har varit dokumentera ett antal viktiga moment inom området åtgärder mot damning och att anvisa användbara tekniska lösningar för att minska damningen i mineralindustrin.

Vid detaljplaneringen sattes prioriteringen till att i projektet primärt studera de moment i produktionsprocessen som idag inte normalt är helkapslade och anslutna till centrala filter.

Följande delmål sattes:

- Resultatet skall presenteras som en rapport/handbok, vilken skall kunna användas inom industrin. Arbetet skall bedrivas genom att sammanställa information om dammbildning, lagar och förordningar samt användbar litteratur. En uppdatering skall göras av nuläget i industrin och en inventering av ny teknik för dammbekämpning i produktionsprocessen. Bäst tillgänglig teknik för enskilda enhetsoperationer från brytning till färdig produkt skall presenteras.
- Utvalda, nya tekniker skall utvärderas i driftskala vid produktionsenheter och mätningar skall genomföras för att bedöma energieffektivitet och dammavskiljningskapacitet.

3. DAMM- OCH SPILLEGENSKAPER OCH KÄLLOR

3.1 Mineralen och bergarternas egenskaper

Varje mineral eller bergart har specifika egenskaper. Dessa är avgörande för hur den svarar på bearbetning och hur och till vad den kan bäst användas.

Vissa egenskaper avgör, med stor tolerans, också dess benägenhet att producera damm. Man brukar t.ex. gradera hårdheten enligt Mohs' tiograds skala samt gradera sprödhet och spaltbarhet alternativt typ av brottytor. Hållfasthetsegenskaper för tryck, slag etc. undersöks experimentellt t.ex. med Bonds teknik, och presenteras i form av Wi (work index, krossning), Wi (work index, malning) samt Ai (abrasion index, slitage). Inga referenser har kunnat hittas som visar att elasticitetsmodul fastställs. Densiteten är en annan egenskap, som bl.a. indikerar om mineralet är metalliskt, genom sin högre densitet. Vanliga mineral som fältspat och kvarts har bulkdensitet 1,6-1,7 t/m3.

De vanligaste bergartsbildande mineralen består huvudsakligen av två eller flera av jordskorpans 12 vanligaste grundämnen. De övriga ca 90 grundämnen utgör inte mer än 0,39 viktsprocent av jordskorpan. Fältspater och kvarts är jordskorpans vanligaste bergartsbildande mineral. Bergartens egenskaper påverkas inte bara av de ingående mineralerna men också av faktorer i bildningsprocessen t.ex. temperatur, tryck, svalningshastighet etc. I naturen pågår alltid nedbrytande processer av vilka "vittring" påverkar mineraler och bergarter. Det är en långsam process som resulterar i allt finare partiklar, varav damm är den finaste komponenten. Den industriella, lokala sönderdelningsprocessen är jämförelsevis mycket snabb, men inte alls så omfattande som vittringen, vilken pågår dygnet runt över hela vår jord. Men eftersom den industriella är lokal, snabb och intensiv blir dammkoncentrationen så hög att den kan negativt påverkar såväl arbetsmiljön som omgivningsmiljön.

De mekanismer som naturligt och industriellt leder till produktion av damm är i princip desamma, dock är damm ibland en nyttighet, som framställs genom finmalning, men generellt en miljöbelastning.

De vanligaste mekanismerna är tryck - och slagbelastning över brottgränsen. Naturligt uppnås brottlast i huvudsak vid gnidning, slag/tryck och rullning, industriellt uppnås motsvarande genom sprängning (tryck/rullning), krossning (slag/tryck) samt siktning och materialhantering (tryck/slag/rullning/gnidning).

Dammängden avgörs främst av egenskaperna spaltning och sprödhet, ibland benämnd mullbenägenhet. Subjektivt reduceras dammängden, om materialet är naturfuktigt eller befuktat, genom temporär agglomerering.

"Damm är aerosoler bestående av mineralpartiklar som genom mekanisk åverkan fått en aerodynamisk diameter som gör att de blir svävande en kortare eller längre tid.
På grund av densiteten hos de vanligaste mineralen funna i bergtäkter, handlar det om väldigt små partiklar. De största partiklarna är cirka 75 µm".

Citatet är en kortfattad sammanfattning enligt Jakob Lidéns Examensarbete 2003 Damning i bergtäkter, Bergsskolan, Berg- och mineralteknik Nr: E2748.

Exempel på att bergkrossning och skördetröskning har damning gemensamt.
Foto Anders Lindahl

3.2 Dammkällor i produktionsprocessen

Problemen i produktionsprocessen är:

- Att identifiera dammkällorna,
- Att gradera källstyrka för prioritering av åtgärder,
- Att välja teknik med tanke på om installationen gäller befintlig eller ny utrustning.

Kraven är:

- Att effektivt minimera dammkällans påverkan på arbetsmiljön och omgivningsmiljön,
- Att vald åtgärd varaktigt och totalt förhindrar damning från processen
- Att vald åtgärd har den tillgänglighet med plattformar och luckor som möjliggör effektiva inspektions- och underhållsaktiviteter,
- Att åtgärden är energieffektiv.

Tekniklösning, dammkällornas styrka

Försök att kvantifiera de enskilda dammkällornas styrka har gjorts, men då mest på specifika applikationer av t.ex. kapslingar. Ur leverantörernas anläggningsberäkningar och antaganden baserad på erfarenhet kan möjligen de starkaste dammkällorna identifieras och tjäna som prioritering av åtgärder mot damning.
De processrelaterade källorna kan effektivt elimineras, dock kvarstår den diffusa damningen från de öppna upplagen mm.

Bilaga 3.1 Möjliga dammbekämpningsåtgärder och begränsningar för åtgärden
Bilaga 3.2 visar för granit och kalksten en beräkning/antagande av källstyrkor
I avsnitt 6, Bäst tillgänglig teknik, finns analyser av spill- och dammutsläppens orsaker samt förslag till åtgärdsteknik.

3.3 Spillkällor i produktionsprocessen

Problemen i produktionsprocessen är:

- Att identifiera spillkällor,
- Att gradera källstyrka för prioritering av åtgärder,
- Att vald åtgärd varaktigt och totalt förhindrar spill från processen,

- Att välja teknik med tanke på om installationen gäller befintlig eller ny utrustning, Spill är material i processflödet som utnyttjar varje möjlighet att komma ut ur produktions- flödet.

Kraven är:
- Att effektivt minimera spillkällans påverkan på arbetsmiljön,
- Att vald åtgärd varaktigt och totalt förhindrar spill från processen,
- Att minska den totala spillmängden och därmed öka utbytet, öka intäkt och minska energiförbrukningen. Se bilder nedan

I varje led av en produktionsprocess förekommer varierande mängder spill. Orsaken till detta är vanligtvis ofullkomligheter i processlinjen. Spillets fraktioner följer processen dvs. bearbetningsgraden från inlastning av råmaterialet till utlastning av leveransfraktioner, dock innehåller varje fraktion alltid 0-material.

De huvudsakligaste spillkällorna är:
- Lastning, trucktransport och tippning.
- Matare med anslutande stup.
- Krossar med anslutande stup.
- Bandtransportörer med anslutande stup samt bandrensare
- Utlastning
- Siktar med anslutande stup.
- Driftsstörningar.
- Reparationsaktiviteter

Att rangordna spillkällornas styrka är knappast möjligt men grovt gäller att materialhanteringen (bandtransportörer, stup och lastmaskiner) är dominerande.

Två exempel på spill i band omlastningar. Notera att anslutningen mellan stup och pålastningstratt är utförd dammtät med Trellex tätning. Spillet till vänster är sannolikt orsakat av bristande bandrensarfunktion. Spillet till höger kan komma från en liknande källa eller någon spillkälla ovanför eller i samband med rensning av överfyllnad.
Foto: Anders Lindahl

Tekniklösningar
Korrekt konstruerade maskiner, materialstyrningar och kapslingar löser spillproblemet samtidigt med att dammkällornas damning kontrolleras.
I avsnitt 6 visas teknik för spillbekämpning t.ex. bandrensare.

Intensiva spillkällor i en bandpålastning från en sikt.
Foto Anders Lindahl

Bilaga 3.1 Möjliga dammbegränsningsåtgärder

Borrning och sprängning

• Borrkax och luftburet damm Bekämpningsmöjligheter: kemikalier, deponering	Diffus damning; liten Begränsningar: Ingen ev. kostnad filter,
• Sprängning och luftburet damm Bekämpningsmöjligheter: kemikalier, vattenbegjutning,	Diffus damning; betydlig Begränsningar: tillgång på vatten
• Lastning Bekämpningsmöjligheter: vattenbegjutning,	Diffus damning; betydlig Begränsningar: tillgång på vatten och frysrisken.
• Transport Bekämpningsmöjligheter: Vätning samt dammbindning av körvägar, större fordon, dammsugning (sopning)	Diffus damning; stor Begränsningar: Tillgång på vatten, och kostnad.
• Spill Bekämpningsmöjligheter: Vätning samt dammbindning av lastnings- och tippningsplats	Diffus damning; betydlig Begränsningar: tillgång på vatten, och kostnad
• Avlastning tippning till kross Bekämpningsmöjligheter se nedan	Diffus damning; <u>stor</u> Begränsningar: se nedan
• Krossning Diffus damning; stor Bekämpningsmöjligheter: se nedan	Begränsningar: se nedan

Stationär tippficka/tråg

Möjliga dammbekämpningsåtgärder	Begränsningar för åtgärden
• Vatten spraysystem	Vattentillgång och temperatur under 0°
• Vindskydd	Utrymme och begränsad effektivitet
• Inbyggnad exkl. port	Utrymme och kostnad
• Inbyggnad med port	Utrymme och kostnad
• Inbyggnad med sidofilter	Kostnad
• Annat system/kemikalier	Kostnad

Primärmatare

Möjliga dammbekämpningsåtgärder	Begränsningar för åtgärden
• Kapsling	Typ av matare, befintlig installation
• Kapsling ansluten till filter	Utrymme och kostnad
• Kemikalier	Kostnad

Förkross

Möjliga dammbekämpningsåtgärder	Begränsningar för åtgärden
• Kapsling av krossen	Befintlig installation
• Svängbar kåpa över intaget med anslutning till filter	Utrymme och kostnad
• Kapsling mot utmatare/transportör	Ingen
• Anslutning till filter	Utrymme och kostnad
• Kemikalier	Kostnad

Utmatare

Möjliga dammbekämpningsåtgärder	Begränsningar för åtgärden
• Kapsling mot kross	Ingen
• Kapsling mot utlastnings transportör.	Utrymme och kostnad
• Kemikalier	Kostnad

Utlastningstransportör

Möjliga dammbekämpningsåtgärder	Begränsningar för åtgärden
• Kapslad pålastningstratt utförd med stor (damm) volym	Ingen
• Eventuell anslutning till filter	Utrymme och kostnad
• Med automatisk ”höj och sänkbar” avlastning för minimal fallhöjd till upplag	Kostnad
• Eventuellt med teleskopstup under avlastningstrumman.	Belastning på transportör, kostnad
• Tak över bärpart samt vindskyddade sidor	Kostnad
• Multipel bandrensarenhet med spillskrapa.	Belastning på transportör, kostnad
• Kemikalier	Kostnad

Öppet upplag med tunnelmatare

Möjliga dammbekämpningsåtgärder	Begränsningar för åtgärden
• Inlastning med teleskopstup eller höj - och sänkbar transportör.	Ingen, ev. kostnad
• Låg fallhöjd, lastning på ras.	Ingen
• (vattenbegjutning)	Processmässigt mindre lämplig
• Utlastning med kapslad(e) matare till kapslad transportörpålastning	Kostnad
• Anslutning till filter	Kostnad
• Kemikalier	Kostnad

Sekundär (spindel) kross

Möjliga dammbekämpningsåtgärder	Begränsningar för åtgärden
• Kapslad inmatning transportör -kross	Ingen
• Kapslad utmatning kross -transportör	Ingen
• Ev. mellanupplag (Silo) med kapslad utmatning	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Anslutningar till filter	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Kemikalier	Kostnad

Finkrossar typ konkross

Möjliga dammbekämpningsåtgärder	Begränsningar för åtgärden
• Kapslad inmatning transportör -ficka	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Kapslad matare –kross	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Kapslad utmatning kross –transportör	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Anslutningar till filter	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Kemikalier	Kostnad

Siktstationer

Möjliga dammbekämpningsåtgärder	Begränsningar för åtgärden
• Kapslad siktpålastning	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Kapslade fraktionsstup till transportörer eller silos.	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Anslutningar till filter, endast centralfilter för större siktar och multidäck do.	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Kemikalier	Kostnad

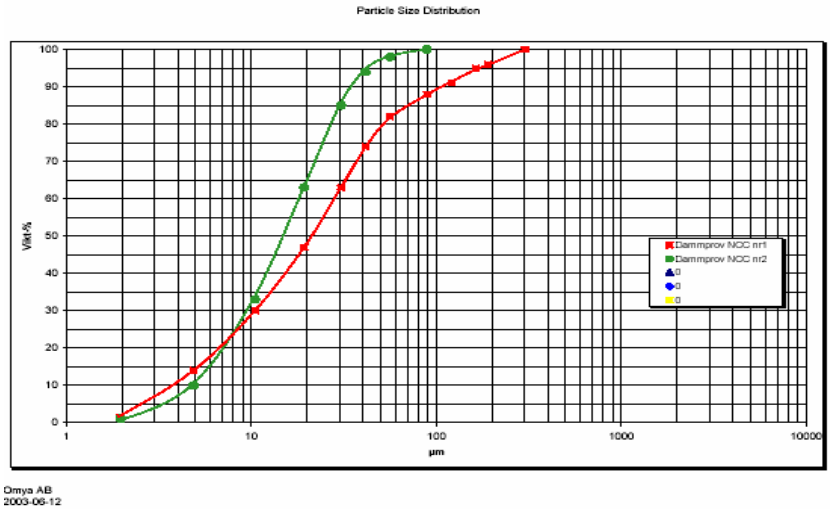
Upplagstransportörer

Möjliga dammbekämpningsåtgärder	Begränsningar för åtgärden
• Kapslad pålastningstratt utförd med stor dammvolym	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Eventuell anslutning till filter	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Med automatisk ”höj och sänkbar” avlastning för minimal fallhöjd till upplag	Kostnad
• Eventuellt med teleskopstup under avlastningstrumman.	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Tak över bärpart samt vindskyddade sidor	Ingen, antagen som nuvarande standard
• Multipel bandrensarenhet med spillskrapa.	Kostnad
• Kapslad avlastning till silo	Ingen, gäller 0-och finfraktioner, antagen som nuvarande standard
• Silo med filter	Ingen, antagen som nuvarande std.
• Kemikalier	Kostnad

Bilaga 3.2 Källstyrka

Detta är en sammanfattning av antaganden och beräkningar. Utfallet från krossar är baserat på beräkningar som tillhandahållits av Sandvik Rock Processing AB. De antaganden som gjorts är baserade på främst branschens erfarenheter, vilka vi fått del av vid samtal.

Beräkning av källstyrka vid krossning - Beräkningsunderlag
Bulkdensitet 1,6 t/m3, fukthalt 0 %, Ingående gods är finsprängt berg, 100 % < 1m.
Salvans storlek = 25000 ton. Inmatningskapacitet 400 t/h.
Borrkaxets andel av partiklar mindre än 75 µm(PM75) antas ingå i salvan.
Ingående gods till krossen har en partikelstorlek av 95 % < 500mm.



För att kunna beräkna ett procentuellt värde på andelen PM10 och PM2,5 (partiklar med en aerodynamisk diameter mindre än 10 respektive 2,5 µm) i fraktionen PM75 har siktanalyser av granit- och kalkstensdamm utförts. Dammproverna är analyserade med Malvern laserdiffraktometer. Diagrammet visar siktkurvor för de undersökta granitproverna.

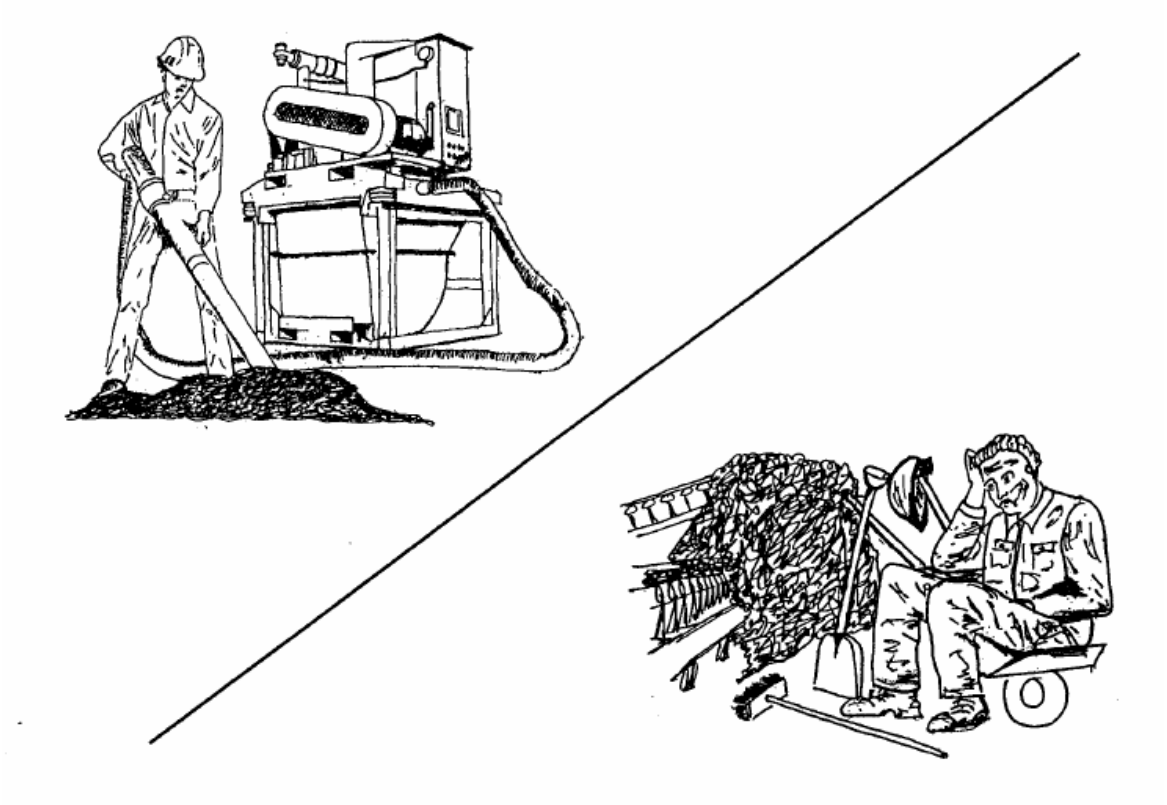
Granit krossning i 4 steg varav 3 steg i sluten krets och kubisering i konkross alt. VSI-kross. Flödesberäkningen ger 18 t/h alt. 25 t/h = ca.4,5 alt. 6,3 %, PM 75 produktion från krossar vid produktionskapacitet 400 t/h standard ballastfraktionering (0-25 mm)
Andel PM10 ca 5,4 respektive 7,5 t/h

Kalksten krossning med slagkrossar i 2 steg varav 1 i sluten krets. Flödesberäkningen 19 t/h = ca 6 %, PM75 produktion från krossar vid produktionskapacitet 400 t/h fraktion 0-20 mm.
Andel PM10 = 7,2 t/h.

Sammanfattning
Som väntat är produktionen av PM 75 beroende av materialets egenskaper (Wi) och nedkrossningsgraden. Att slagkrossar producerar mer PM 75 är som förväntat.
Diffus damning från fordon och upplagshantering tillkommer och storleken är beroende på så många ytterligare faktorer men fördubblar sannolikt maskinvärdena.
Procent talen PM 75 i utfallskurvor för konkrossar slutar i området 2-6 % (högre % - tal för lägre CSS- tal). I praktiken förekommer sannolikt PM 75 värden på 10 -15 %.

Bilaga 3.3 Tankar om spill av Ove Brunius
Detta med spill är en alldaglig verklighet, trots det finns det personer som tänkt till, analyserat, strukturerat och tagit fram utrustning mm. En av dessa är Ove Brunius Brunitec, Engineering AB som utarbetat ett kompendium ”Planmässig rengöring och spillhantering en förutsättning för kvalitetssäkrad produktion”. Med hans godkännande återges här text ur kompendiet.

Planmässig rengöring och spillhantering en förutsättning för kvalitetssäkrad produktion



En illustration av problemet
Källa Ove Brunius

Spillhantering
Är städning den ädlaste formen av underhåll? Eller något nödvändigt ont som bara kostar pengar!

Det berör de flesta
Spillhantering eller städning som det benämns i dagligt tal är ett område som berör de flesta som arbetar med industriproduktion. Det vanliga är nog att det kommer upp som led i diskussioner eller åtgärder som syftar till att ta hand om spill efter att det redan upp- stått. Oavsett vem som sedan får ta hand om problem, drift eller underhålls- personal eller externa köpta resurser så belastar kostnaderna produktionen. I ett senare led är det naturligtvis företagets kunder som får betala kostnaderna

Ett hot mot produktion och personal
Städning är som regel en del av det avhjälpande under- hållet om det bedrives traditionellt dvs. när insatserna är påkallade av att nedsmutsningen innebär ett hot mot produktion och personal

Svårt att överblicka kostnaderna
Avgörandet om och när städinsatser är nödvändiga tas ofta från fall till fall av olika inblandade från operatörer via arbetsledning till ledningsnivå. Det är relativt ovanligt att det finns en genomarbetad plan på hur städ funktionen skall hanteras totalt i företagen. Det brukar också vara svårt att få en rättvisande bild av de totala kostnaderna eftersom insatserna är spridda och ofta sammanvävda med andra uppgifter av servicekaraktär.

Låg prioritet och status
Arbetet med och hanteringen av städfunktionen har i de flesta fall låg prioritet och generellt en låg status internt i företagen.. Många gånger uppfattas städning som något slag av restarbete och i vissa fall som någon typ av bestraffning eller i vart fall missnöjesförklaring från ordergivaren

Inte särskilt väl avhandlat område
Om man studerar litteratur inom produktionsteknik som speciellt behandlar underhåll finner man att området spill- hantering eller städning är tunt. I de flesta fall talas det om nödvändigheten av att det städas och att de som arbetar med städning gör ett bra jobb och att en ren miljö är bra för produktionen. Det nämns också ofta att det är svårt att få personal motiverad i städsammanhang och att det därför är viktigt att man ger dem tillräckligt intresse.

Stora värden står på spel
Bortsett från andra immateriella eller materiella mer- värden är värdet av en ren produktionsanläggning:
Skillnaden mellan de totala nedlagda kostnaderna härför och hänförbara effekter på anläggningens LCP. Det innebär i klartext de mätbara effekterna på lönsamheten.
De immateriella värdena är följande:
Personalens inställning till företaget i positiv mening.
Mervärden på de totala inre och yttre miljöfaktorerna.
(Vilket inte skall förväxlas med de miljökrav som arbetarskydd eller koncessionsvillkoren föreskriver).

Vid en utvärdering om spillhanteringen sker effektivt eller inte måste man således kunna räkna fram det totala värdet på de insatser som görs. Kalkylen måste uppta såväl kapitalkostnader som driftkostnader. Om man återknyter till det faktum att de flesta inte har ett totalt grepp om de verkliga kostnaderna så kan man också konstatera att de saknar styrmedel och resultatet blir därför godtyckligt

Ett område som inte går att negligera
Alla undersökningar som gjorts visar entydigt på att spillhantering tar stora resurser i anspråk.. Slutsatsen blir att det är ett område som inte kan lämnas orört i kampen för lönsamhet.

Vem skall ansvara för spillhanteringen? Driften eller Underhållsavdelningen!

Ingår som en del i under- hålls strategin och det gäller att göra rätt från början
Svaret är inte enkelt och skulle kunna bli både ja och nej. Om spillhanteringen skall ske planmässigt så ingår den som en del i företagets underhållsstrategi. Det produktiva underhållet spänner också över anskaffningsfasen i anläggningens totala LPC. Det innebär att all utrustning som anskaffas skall vara anpassad för rätt teknik vad beträffar spillhantering eller helst vara konstruerad så att den inte spiller från början.

I den här fasen är det frågan om före byggande underhåll i både mening att minimera spillet som att utforma konstruktioner så att de passar den städteknik som sedermera skall användas i driftunderhållet. Det gäller således att ha klart för sig på vilket sätt spillhanteringen skall ske i driften både vad avser metoder som tidsinsatser.

Många maskinleverantörer har en tendens att kompaktbygga och skärma in utrustningar så att man varken kan inspektera eller komma åt att städa utan att riva halva anläggningen. De driftmässiga kraven måste in tidigt och det gäller att precisera kraven på renhetsgrad mellan underhålls- intervaller

Genomtänkt organisation
Hur det löpande städunderhållet organiseras i produktionen är sedan en fråga som måste bedömas från fall till fall. En regel är dock att organisationen skall vara funktions- orienterad och således inte yrkesorienterad. I många sammanhang är det driftpersonal som både ansvarar för och genomför städning. I andra kan det ligga på underhållet ordnat som en total resurs beroende på att man den vägen når ett bättre nyttjande av exempelvis maskinella hjälpmedel

Planmässig spillhantering är en del av det produktiva underhållet.

Det finns en väg
I begreppet PLANMÄSSIG SPILLHANTERING ingår samtliga kriterier för att uppnå en ren produktionsanläggning. Det spänner över såväl kvantifiering som metoder och organisation.

- Kvantifiering är den sammantagna volymen av städinsatser som erfordras för att uppnå den renhetsgrad som anläggningen kräver för att nå bästa möjliga LCP.
- Med metoder menas den teknik som ger bästa möjliga effektivitet. ekonomi och respons från personal.
- Med organisation menas i det här sammanhanget, vem gör vad och vem har ansvaret för att resultat uppnås

Kvantifiering

Städbehov och resultat måste vägas mot kostnaderna
Att kvantifiera dvs. att bestämma omfattningen av erforderliga städinsatser är definitivt den svåraste delen vid införande av planmässig spillhanterig. Men å andra sidan får man huvuddelen underlagen för metoder och organisation på köpet om det görs riktigt. Det viktigaste är att gå

fram metodiskt för att fånga upp samtliga städbehov och att dessa blir penetrerade mot kraven på driftmiljö och andra faktorer som påverkar renhets nivån i anläggningen.

Som nämnts tidigare är det inte lätt att få fram fakta pga. att dessa är spridda och kanske inte helt entydiga. I sådana fall får man studera praktikfall direkt i anläggningen och göra mätningar för att få fram rätt kalkylunderlag.

De flesta fakta finns redan
När behovet är kartlagt så återstår att beräkna kostnaderna vilket faktiskt är den lättare fasen. De flesta storheterna är ofta redan kända och prissatta internt. Den jämförelsevis mest avgörande är kostnaden för en arbetstimme. Eftersom spillhanteringen ofta anges i tidsförlust dvs. den tid det tar att städa så är storheten en mantimme ett lämpligt värde som utgångspunkt. Det är viktigt att den inte förväxlas med en städtimme vilken kan innehålla både personal och maskinkostnader.

- Hela operationen går således ut på att jämföra de totala kostnaderna tör traditionell avhjälpande underhålls- städning och vad det ger i utbyte med kostnaderna tör planmässig spillhantering som bygger på ett produktions- anpassat behov.

Metoder

Rätt metod
Arbetet med att fastställa rätt städmetod löper till stor del parallellt med inventering av städbehoven eftersom man där tvingas väga in kostnaderna. Skillnaden mellan en arbetstimme och en städtimme kan i praktiken vara stor både i kvantitet utfört arbete som i kronor om man jämför manuellt arbete med maskinellt. En större städmaskin typ vakuumsug kan betinga ett maskinpris mellan 500 till 1000 kronor per timme plus operatör. I jämförelse med manuellt arbete klarar maskinen kanske att hantera l000-falt mera i mängd spill. Ett vanligt fel som dock görs är att man baserar maskinvalsbeslut på normkapacitet istället för på vad man praktiskt har användning för.

Borste och skovel är världens dyraste redskap
Manuellt städarbete är aldrig effektivt ur mängd- synpunkt. Borste och skovel är förmodligen den industrialiserade värdens dyraste redskap om man jämför kapital och drift- kostnad. De kostar 250 i inköp och 250,000 kronor i drift på årsbasis. Ur energi- synpunkt är det lika illa om man jämför den kraft som åtgår ena ändan av skoveln för att lyfta några futtiga kilo i den andra. Ändå finns det städ- områden och uppgifter som måste hanteras manuellt på grund av tillgänglighet och andra skäl.
En metod som man tyvärr träffar på men som borde vara bannlyst är att man använder tryckluft genom att helt enkelt försöka blåsa rent. Effekten är i de flesta fall en förflyttning av spillet till ett ställe som är ännu svårare att komma åt och ofta blir resultatet en ökad förslitning av känsliga komponenter som lager osv.

Låt inte leverantörerna bestämma
Maskinell städning är naturligtvis effektivast ur mängd synpunkt men ett av de vanligaste felen som begås är att man inte väljer maskin baserat på en genomtänkt och realistisk grund. Detta är med andra ord ännu ett område där man godtyckligt mer fattar beslut baserat på subjektiva och leverantör styrda kriterier än objektiva och systematiskt utvärderade' baserat på sitt eget faktiska behov.

Istället för att presentera ett underlag som beskriver omfattningen av vad utrustningen skall klara av och till vilken tidsinsats och totalkostnad fastnar man i diskussioner vad en specifik maskin har för kapacitet per timme.

Det gäller att välja rätt maskin
Valet av utrustning skall alltid baseras på ett inventerat behov. Här gäller det att ringa in det faktiska kapacitets- behovet som alltid är en kombination av både maskineffekt och hanterbarhet.

Det är vanligt att man försöker lösa hanterbarheten genom att bygga stationära enheter med rörsystem från respektive städområde så kallad centralsugsystem.

Problemen med dessa system är att man tappar kapacitet genom förluster på vägen till maskinenheten. De största förlusterna orsakas emellertid av att det uppstår läckage ute på rörsystemet dels genom förslitning men framförallt genom att operatörerna "glömmer att sätta dit proppar i uttag" eller att så kallade självstängande suguttag börjar läcka. I de här fallen har man betalat för kapacitet som aldrig kommer till nytta.

Ofta är maskinernas konstruktion undermålig i den meningen att de inte motsvarar den kvalitet i ingående komponenter som tung industridrift kräver.

Fel att köpa stor maskin
Det är utan tvekan så att det största felet som begås är att man köper för stor maskinkapacitet i den mening att kompensera sig för långa sugledningar, tungt material eller tillfälliga stora kvantitetsbehov. Om man i stället utgår från det faktum att 70 till 80 % av hela städbehovet utgörs av mindre mängder med stor spridning beroende på läckage i anläggningen så framstår behovet av flexibilitet vara det avgörande kriteriet. Man skall heller inte glömma det faktum att det inte är maskinens kapacitet som är utslagsgivande vid utvärdering av arbetsresultat utan snarare operatörens. Det är meningslöst att tala om flera ton i timmen när inte operatören orkar hantera sugslangen mer än några minuter i taget om maskinen är för stor.

Kombinera maskinkapacitet med flexibilitet
Fasta rörsystem är endast i undantagsfall motiverade föröka tillgänglighet på en maskin i mening att uppnå ett t bättre utnyttjande av investerat kapital. För att man skall kunna uppnå en bra nyttjandegrad är det i de flesta fall viktigare att maskinerna är lätt flyttbara. Den bästa effekten får man om man kombinerar mobila enheter med fasta rörledningar. Speciellt där ställtiden för förflyttning innebär en begränsning av tillgänglig maskintid och naturligtvis där det inte går att ställa upp en maskin. Man får på det här sättet få ett antal uppställningsplatser som är kompletterade med lokala begränsade rörsystem med ett begränsat antal uttag.

Tillförlitligheten ökar också hos sådana system eftersom läckageriskerna minskar. Om man har ett mycket begränsat område med många sugställen att betjäna kan det vara riktigt att bygga upp ett system med en fast maskinplats.

Man bör då sektionera upp anläggningen i flera delsystem så att man har flera från maskinen utgå ende huvudledningar med ett begränsat antal suguttag. På det sättet begränsas läckageriskerna och man upprätthåller god driftsäkerhet. Val av städområde kan ske centralt genom att man öppnar en huvudventil för respektive huvudledning via en manövercentral.

Planmässigt spillhantering är en viktig del av det produktiva underhållet och en förutsättning för kvalitetssäkrad drift.

Det finns en mängd argument

- En viss mängd spill och nedsmutsning är ofrånkomligt i samband med tung industriproduktion.
- Kraven på renhet har ökat i takt med att man tagit fram nya metoder och teknik för att utveckla produktionen.
- Medvetenheten om arbetsmiljön och dess inverkan på produktivitet och viljan hos människor att verka inom industrin har ökat.

En rejäl hacka tillbaka

Förmågan att attrahera unga att satsa på utbildning för att den vägen säkerställa långsiktig utveckling och överlevnad kommer att vara avgörande. Argumenten kan staplas på varandra! Och ändå! Är det inte det som får oss att omedelbart reagera!

Det är det slöseri med pengar och resurser som dag efter dag pågår i form av orationell och oprofessionell hantering av ett av de områden som vi levt längst med. Vi kan dagligen se nya exempel på att vi inte lärt oss att "göra rätt från början" utan fortsätter att ständigt upprepa samma fel. Gång efter gång kan vi konstatera att de maskiner vi köper kan utföra det arbete som vi förväntar oss men sen inte klarar de övergripande kraven på tillgänglighet och driftsäkerhet som krävs i fortsatt drift. I vart fall inte på ett ekonomiskt försvarbart sätt.

Någon har sagt! ”Leverantörer skulle få köra sina maskiner själva ett år innan de skulle få sälja dem.” Nu vet vi att det är ett omöjligt krav. Därför måste användare ta initiativet till att deras erfarenheter finns med i kravspecifikationerna innan de hamnar på ritbordet. I konsekvens med detta måste således all kunskap och erfarenhet systematiseras så att den finns tillgänglig när nästa investering görs.
Som belöning för det jobbet får man med all säkerhet en "rejäl hacka" tillbaka på driftbudgeten.

Ove Brunius

4. LAGAR OCH FÖRORDNINGAR, MÄTMETODER

4.1 Generellt

Alla täkter och anläggningar för Mineralutvinning och Berghantering omfattas av ett antal lagar och förordningar. De instanser som utfärdar dessa är Riksdagen (www.notisum.se), Arbetsmiljöverket (www.av.se), Naturvårdsverket (www.naturvardsverket.se) och SIS - Swedish Standards Institute (www.sis.se).

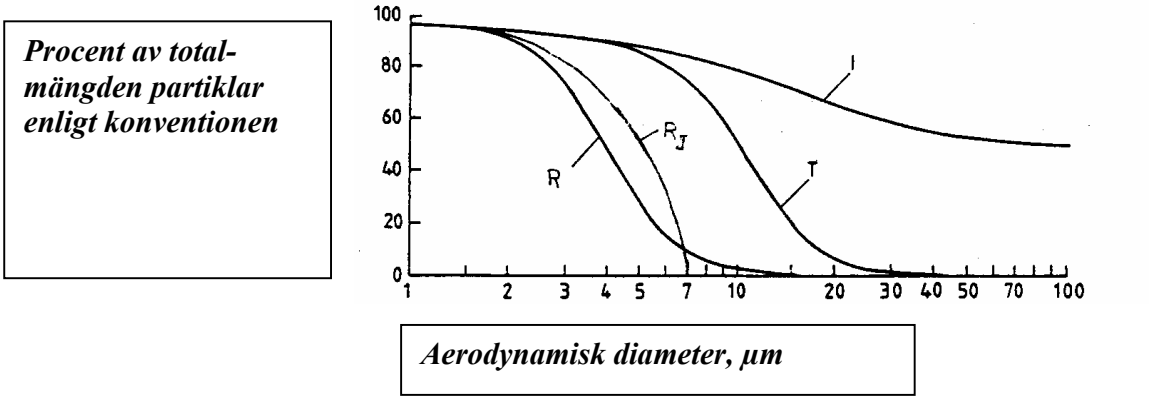
4.2 Lagar och förordningar

För denna rapport Åtgärder mot damning gäller primärt:

SFS 1998:808 Miljöbalken
SFS 1977:1160 Arbetsmiljölagen
SFS 1977:1166 Arbetsmiljöförordningen
SFS 2001:527 Miljökvalitetsnormer för utomhusluft
AFS 2000:3 Hygieniska gränsvärden
AFS 2000:17 Kvarts
Se även litteraturlistan avsnitt 09

Arbetsplatsluft mäts och bedöms mot, AFS 2000:3 Hygieniska Gränsvärden, HGV, med avseende på totaldamm 10 mg/m³, respirabelt damm 5 mg/m³ samt respirabelt kvartsdamm 0,1 mg/m³.
Lokala föreskrifter utfärdas av länsstyrelsen och kommunen i samband med tillståndsgivning.
Generellt är damm obehagligt och utgör en negativ miljöbelastning.
Damm är hälsovådligt om halten kvarts och/eller asbest överskrider normerade värden.

I standard SS-EN 481 Arbetsplatsluft anges Partikelstorleksfraktioner för mätning av luftburna partiklar. Provtagningskonventionernas matematiska uttryck återfinns i standarden, medan de här åskådliggörs i figuren nedan . I figuren finns även det respirabla dammet enligt Johannesburgs-konventionen inlagd.



Diagrammet visar, Inhalerbart (I), torakalt (T) och respirabelt (R) damm enligt konventionen i standard SS-EN 481 samt respirabelt (Rj) damm enligt Johannesburgkonventionen angivna som procent av totalmängden partiklar.
Figurkälla: HGV AFS 2000:3, sidan 108

Med inhalerbar fraktion menas den mängd partiklar, av totalmängden partiklar i luften, som man inandas genom näsa och mun. Figuren visar att för inhalerbart damm infångas 50 % av halten i luften med den aerodynamiska diametern 100 µm.
Torakal fraktion är den del av de inhalerbara partiklarna som passerar struphuvudet medan den respirabla fraktionen utgörs av inhalerbara partiklar som når längst ner i luftvägarna till alveolerna i lungorna.

För torakalt damm infångas 50 % av 10 µm-partiklarna medan de respirabla partiklarnas 50 % - gräns ligger vid 4 µm och enligt Johannesburgskonventionen vid 5 µm

4.3 Dammätning och mätmetoder
Först några begrepp som förekommer:
PM 10 Particulate matter 10, Partiklar med en aerodynamisk diameter < 10 µm.
PM 2,5 Particulate matter 2,5, Partiklar med en aerodynamisk diameter < 2,5 µm.
TSP Total suspended particles. Den totala mängden svävande partiklar

Den synliga fraktionen av damm anses vara luftburna partiklar > 10 µm.
Partiklar < 10 µm benämns PM 10 i förordning (SFS 2001:527) om miljökvalitetsnormer för Utomhusluft.

Dammdefinitioner
Med totaldamm avses alla de partiklar (aerosoler) som fastnar på ett filter i den provtagare som beskrivs i Metodserien, Provtagning av totaldamm och respirabelt damm, Metod 1010, Arbetarskyddsstyrelsen (numera Arbetslivsinstitutet), 1979. Filterdiametern skall normalt vara 37 mm, men kan även vara 25 mm.

Med respirabelt damm avses den del av den totala mängden damm, som passerar en föravskiljare med karaktäristik enligt den s.k. Johannesburgkonventionen d.v.s. enligt följande.

Partiklarnas aerodynamiska diameter,µm	% som passerarföravskiljare
1,6	95
3,5	75
5,0	50
7,1	0

Med aerodynamisk diameter avses diametern hos en sfärisk partikel med densiteten 1 g/cm³ vilken i luft har samma fallhastighet som den aktuella partikeln oberoende av dennas verkliga storlek, form och densitet.

Med inhalerbart damm avses den dammfraktion som definieras ovan och som har en provtagningskaraktäristik enligt konventionen i punkt 5.1 i svensk standard SS - EN 481, Arbetsplatsluft- Partikelstorleksfraktioner för mätning av luftburna partiklar, Utgåva 1,1993.

Standardiserade metoder för att mäta och utvärdera koncentrationsnivåer i luften på arbetsplatsen i förhållande till hygieniska gränsvärden finns inte. Det finns däremot en standard, SS-EN 689 Arbetsplatsluft – Vägledning för bedömning av exponering. Standarden kan användas vid

mätning och bedömning om man beaktar de speciella krav som gäller i Sverige enligt föreskrifterna AFS 2000:3 Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar

Kvarts, ett vanligt mineral i våra bergarter
Förordning AFS 1992:16 och AFS 2000:17
3 § kvarts är kristallin kiseldioxid även i form av kristobalit eller tridymit liksom kiseldioxid med delvis ordnad kristallstruktur.
Kvartshaltigt material är material som innehåller mer än 3 viktsprocent kvarts.

5 § Arbete där kvartshaltigt damm kan uppkomma skall planeras och ordnas så, att exponeringen för sådant damm blir så låg som möjligt. Visar luftundersökning att exponeringen för kvartshaltigt damm inte är godtagbar skall åtgärder snarast vidtagas för att sänka expositionen till godtagbar nivå. Kontroll se 17- 30 §

14 § Renhållning. Arbetsplats där kvartshaltigt material hanteras så att kvartshaltigt damm uppkommer, skall rengöras från damm minst varje vecka och sedan produktionen tillfälligt avslutats. Detta gäller dock endast i tillämpliga delar för arbetsplats i gruva, gjuterier med jordgolv och gjuthallar i stålverk samt arbetsplatser utomhus.

Se § 16 Personlig skyddsutrustning
Se § 17 till 21 Kontroll av luftföroreningar.
Se § 22 till 29 Medicinsk kontroll.

4.4 Kontrollmätningar
Arbetsplatsluft/Utomhusluft.
För krossanläggningar i mineral- och bergartshantering som bedrivs utomhus blir gränsdragningen mellan arbetsplats- och utomhusluft svår, men täktgränsen bör i de flesta fall kunna accepteras som definition av gränsen, dvs. inom täkten och i dess byggnader gäller beteckningen arbetsplatsluft.

Förordning AFS 2000:3 Hygieniska gränsvärden (HGV) och åtgärder mot luftföroreningar är det centrala dokumentet som är tillämpligt för dessa verksamheter. Nedan återges endast delar av vissa för verksamheten aktuella paragrafer.

Ansvariga för verksamheten skall ha kännedom om hela innehållet i förordningen.

3 § Definitioner aktuella för mineral- och bergartshanterings anläggningar, AFS 2000:3

Luftförorening	Ämne eller blandning av ämnen som finns i luft i en halt som kan medföra besvär eller ohälsa.
Exponeringsmätning	Mätning av halten av ett ämne i inandningsluften, sker oftast med personburen utrustning, isokinetic sampling, mätningen sker under ett skift varefter filtret torkas och vägs.
Hygieniskt gränsvärde	Högsta godtagbara genomsnittshalt (tidsvägt medelvärde) av en luftförorening i inandningsluften. Ett hygieniskt gränsvärde är antigen ett nivågränsvärde eller ett takgränsvärde.
Nivågränsvärde	Hygieniskt gränsvärde för exponering under en arbetsdag.

Takgränsvärde	Hygieniskt gränsvärde för exponering under en referensperiod av 15 minuter eller någon annan period som för vissa ämnen framgår av bilaga 1 HGV.
Korttidsvärde	Ett rekommenderat värde som utgörs av ett tidsvägt medelvärde för exponering under en referensperiod av 1 minuter.
Hantering	Tillverkning, bearbetning, behandling, förpackning, förvaring, transport, användning, omhändertagande, destruktion, konvertering och liknande förfaranden.
Kontroll av luft-	Allmänna bestämmelser om utredning och åtgärder föroreningar

7 § Om det finns anledning att misstänka, att verksamheten ger upphov till luftföroreningar skall arbetsgivaren snarast utreda exponeringens omfattning. Resultatet skall dokumenteras. Om utredningen visar att exponeringen kan ge upphov till ohälsa skall åtgärder omedelbart vidtas för att sänka exponeringen.

8 § Vid bedömning av exponeringsförhållanden skall hänsyn tas, förutom till halten luftförorening i inandningsluften, också till arbetstyngden samt till att vissa ämnen kan tas upp genom huden.

10 § Exponeringsmätningar skall avse förhållandena vid normal drift.

11 § Exponeringsmätningar skall utföras i andningszonen på ett tillräckligt antal personer för att det skall vara möjligt att bedöma exponeringen för samtliga exponerade.

12 § Halten av luftföroreningar i inandningsluften skall vara godtagbar med hänsyn till de gränsvärden som är upptagna i bilaga 1, exempel (nivågränsvärden) damm, totaldamm 10 mg/m³, respirabelt damm 5 mg/m³, kvarts respirabelt damm 0,1 mg/m³.

13 § När det finns anledning att misstänka, att ett hygieniskt gränsvärde överskrids, skall en exponeringsmätning utföras för att klargöra om och i vilken omfattning detta sker.

18 § Om en exponeringsmätning visar att halten av en luftförorening i inandningsluften inte är godtagbar med hänsyn till tillämpligt hygieniskt gränsvärde, skall åtgärder omedelbart vidtagas för att sänka exponeringen till godtagbar nivå.

19 § Resultatet av mätning av luftföroreningar skall dokumenteras i en mätrapport med innehåll enligt bilaga 2 nedan.Berörda arbetstagare skall informeras om mätresultaten och skall ha tillgång till dokumentationen.

<u>Mätrapport enligt AFS 2000:3, bilaga 2</u>

- Sammanställning över uppgifter som alltid skall redovisas i en mätrapport enligt 19 §. Om redovisning görs till en tidigare rapport där uppgiften finns, behöver uppgiften inte upprepas om den inte ändrats sedan föregående mättillfälle.
- Företagets namn, adress och arbetsställets belägenhet.
- Verksamhet och antal anställda som berörs av den luftförorening söm är orsaken till mätningen.
- Datum för mätningen.

- Vilket ämne/vilka ämnen som har uppmätts.
- Syftet med mätningen. Vem som utfört mätningen.
- Produktions- och ventilationsuppgifter.
- Klimatuppgifter vid mätning utomhus.
- Skiss eller fotografi över arbetsplatsen.
- Eventuell arbetsrotation, om den har betydelse för exponeringen.
- Om, när och vilken personlig skyddsutrustning som använts.
- Genomsnittlig tid under vilken respektive arbetsmoment pågått per dag, vecka och år, om det är möjligt att bedöma denna.
- Förekomst av fysiskt tungt arbete.
- Namn på personer samt uppgift om de arbetsmoment som omfattas av mätningen och vid vilka tidpunkter dessa utförts.
- Provplatser samt provtagningstider för varje prov.
- Mätmetod och mätutrustning.
- Analysresultat, -metod och vilket analyslaboratorium som anlitas.
- Sammanställning över mätresultat med dagsmedelvärden och arbetsmoment samt gällande hygieniskt gränsvärde.
- Bedömning med kommentarer, jämförelser med eventuella tidigare mätningar, andra utredningar etc. rekommenderade åtgärder samt slutsats.

29 § Bestämmelser om straff. Brott mot bestämmelser noterade i denna paragraf kan, enligt 8 kapitel 2 § första stycket arbetsmiljölagen (1977:1160), medföra böter.

Ikraftträdande och övergångsbestämmelser för SFS 2000:3
Dessa föreskrifter träder i kraft den 1 januari 2001. Samtidigt upphävs följande av Arbetarskyddsstyrelsens kungörelser:
Åtgärder mot luftföroreningar till förebyggande av ohälsa (AFS 1980:11)
Yrkeshygieniska mätningar av luftföroreningar (AFS 1988:3)
Hygieniska gränsvärden (AFS 1996:2)
Etylenoxid och propylenoxid (AFS 1980:12)
Kadmium (AFS 19887, omtryckt AFS 1989:3)

Utomhusluft mäts av kommuner och bedöms mot förordning SFS 2001:527. I denna förordning avses med utomhusluft, utomhusluften med undantag av arbetsplatser och i väg- och tunnelbanetunnlar.

Miljökvalitetsnormen som föreskriver tillåten halt av partiklar PM10 (mindre än 10µm)
”Till skydd för människors hälsa får partiklar efter den 31 december 2004 inte förekomma i utomhusluft med mer än
1. i genomsnitt 50 mikrogram per kubikmeter luft under ett dygn (dygnsmedelvärde), och
2. i genomsnitt 40 mikrogram per kubikmeter luft under ett kalenderår (årsmedelvärde)

Det värde som anges i första stycket 1 får överskridas 35 gånger per kalenderår (90-percentil)
Förutom partiklar mäts också kvävedioxid och kväveoxid, svaveldioxid och bly.

5. NULÄGE I INDUSTRIN RÖRANDE ÅTGÄRDER MOT DAMNING

Vid projektstarten upptäcktes behov av information om de åtgärder mot damning, som var genomförda på anläggningarna. Därför togs beslut om att en enkät skulle göras med avseende på damm och spill. Ett urval av anläggningar gjordes och enkäten ställdes till såväl stationära bergkrossverk som producenter av skilda industrimineral. Totalt besvarades enkäten av 22 företag, vilket ger en god bild av nuläget i delbranscherna.

Sammanfattning av Anläggningsenkät 2003 damm, bilaga 5.1
Blanketten upptog rubriker på potentiella dammkällor, kapslingar, typ av kapsling, typ av filter samt vätning samt dessutom information om bergart, mätningar, teknik mot diffus damning mm.

Sammanfattning av Anläggningsenkät 2003 spill, bilaga 5.2
Blanketten upptog rubriker på potentiella spillkällor, från maskinenhet, tillfälle, uppsamlingsteknik.

Både när det gäller damm och spill rapporterades att bandtransportörernas pålastningar, omlastningar och returrullar var de starkaste källorna.

En anpassad enkät har också besvarats av naturstensproducenterna. En sammanfattning av svar och informationer finns i bilaga 5.3.

5.1 Generellt - Stationära anläggningar

Baserat på insamlad information, se bilagor, kan stationära anläggningars ”damm-bekämpningsstatus” beskrivas som överensstämmande med den praxis på egenkontroll som myndigheterna godkänner.

Dvs. 64 % genomför mätning av totaldamm efter filter, 55 % gör exponeringsmätning av all personal och 20 % kontrollmäter totaldamm inom täkten. Kravet på exponeringsmätning är styrd av bergartens kvartsinnehåll. Användning av personliga skydd mot damm kunde vara bättre men motsvarar ungefär andelen exponeringsmätningar. Damm på vägar och planer bekämpas ofta en gång per vecka med sopmaskin och vid behov med vatten eventuellt med salt.

Spillproblemet kan generellt beskrivas som ett 30 procentigt inmatnings- och utmatnings problem, dock avviker bandtransportörerna väsentligt med 50 procentigt inmatnings- och utmatningsproblem. Men bandrensarfunktionen är ett helt övervägande 65 procentigt problem. Spilluppsamling utförs som regel manuellt med skyffel och borste samt maskinellt med lastmaskin.

Losshållning

Damm från dessa dammkällor ingår nästan helt i den diffusa damningen. Salvans damm bekämpas med vatten vilket ger materialet en ”naturfuktighet” som reducerar damning även vid inlastning till kross.
Bergborrning sker med dammavsugning. Borrkaxet som utgör en försumbar dammkälla tillförs salvan.

Kapslingar
50-77 % av maskiner och fickor/silos är kapslade, uppskattningsvis 30 % av dessa kapslingar är typ Trellex. Högsta andelen, 77 %, kapslingar har siktarna och av dessa är 65 % typ Trellex.

Filter
Andelen dammkällor anslutna till filter varierar mellan 25 – 50 % och andelen centralfilter är hög ca 75 %. Antalet sugpunkter per centralfilter är kanske i intervallet 8-12.

Vatten
Bland svaren finns en ”våtanläggning”. I övrigt utnyttjas vatten huvudsakligen i losshållning och i primärkrosstationen samt på planer och vägar. Med vatten kan det synliga dammet bekämpas, mätningar påvisar även en viss effekt på fint damm. Det som begränsar användning av vatten är tillgången och klimatet.

5.2 Generellt - Mobila anläggningar
De företag som är verksamma med mobil utrustning utför krossning dels i egen regi, men också på uppdrag åt t.ex. Vägverket. Utrustningen är ytterst mobil inom täkten men också lätt transportabel mellan täkter. Uppdragen kan, beroende på aktuell grad av nedkrossning, delas mellan flera operatörer. Nyare enheter är ofta larvburna medan äldre är hjulburna eller semimobila.

Typiska enheter:
Förkross monterad på larv med matare, kross och utlastningsband med punktfilter.
Sekundärkross monterad på larv eller hjul med matarstation, spindel- eller konkross och utlastningsband med punktfilter. Matarenheten anpassas till matning med hjullastare eller direkt matning från förkrossenheten.
Efterkrossenheten hjulburen (mulle) med matarstation, sikt, konkross, interna transportband med punktfilter samt utlastningsband.
Kubiseringskross semimobil med matarstation, kross, sikt och transportband.

Eftersom enheterna är uppbyggda med hänsyn till lämplig totalvikt och intagsöppning är kapaciteterna inte alltid matchande den följande enheten. Förkrosskapaciteten kan kanske vara dubbelt mot nästa enhet. Produkthantering, in- och utlastning, utförs med hjullastare. Flexibiliteten hos mobil utrustning ger förutom mobiliteten också möjlighet att välja och kombinera insatsen av enheter mot produktionsuppdraget såväl maskinellt som i perioder.

Damning
Förhållande att verksamheten med mobil utrustning kan planeras efter lokalt behov och arbeta med fullt kapacitetsutnyttjande reducerar damningen till momentana inte sammanhängande perioder. Borrning och sprängning kan planeras till lämplig årstid och i storlek för årslånga bearbetnings- perioder. Periodvis förkrossning kan göras separat till aktuellt fraktionsbehov eller lager för senare vidarebearbetning. Verksamheten består då av en grävmaskin för inmatning till krossenheten samt en lastmaskin för lagerläggning och/eller utlastning. Periodvis vidarebearbetning kan göras separat till aktuellt fraktionsbehov eller lager för senare utlastning eller vidarebearbetning. Verksamheten kan då bestå av en (eller flera) kross- och siktenheter samt två lastmaskiner.

Kapslingar och Filter
Nyare utrustning har viss kapsling och punktfilter. Utlastningsbanden är korta och ger låg fallhöjd men tömningen måste ske kontinuerligt vanligtvis med hjullastare. Äldre utrustning saknar oftast kapsling och filter. Eftersom inmatat material till efterkrossning oftast innehåller 0-fraktion samt då mer fint material produceras ökar dammängden. Uppdelning i flera fraktioner och då stora volymer lagerläggs med bandtransportörer ökar den diffusa damningen.

Vatten
Om möjlighet finns, används vatten för bekämpning av damning. Gratis får man en viktig dammbindningseffekt genom att salvan och materialet i lager blir naturfuktigt av regn och snö.

Bilagor
5.1 Nuläge, sammanfattning damm
5.2 Nuläge, sammanfattning spill
5.3 Nuläge, sammanfattning naturstensanläggningar

Bilaga 5.1 Nuläge. Sammanfattning Inventeringsenkät Damm

Inventering av processrelaterade dammkällor och nuvarande åtgärdspraxis
Sammanfattningen gäller för 22 svar från stationära anläggningar
Senast utförda dammätning efter filter 14, inom täkten 4, personal 12
Användning av personliga skydd alltid 4, service/inspektioner 7, reparationer 9
Åtgärder mot diffus damning, vatten 7, salt 5, sopmaskin 4
Mineraltyper: Kvartsit 4, kalksten 9, Granodiorit 1 Granit 5, Gnejs 4, Diabas 3, Bränd kalk 2.

Dammkälla	Kapsling	Kapslingstyp	Dammav sugning	Filtertyp	Vätning
Inmatningstråg	Finns 7	Trellex Annan 4	Finns 1	Punkt 0 Central 1	Finns 13
Primärmatare	Finns 12	Trellex 3 Annan 9	Finns 4	Punkt 1 Central3	Finns 9
Primärkross	Finns 11	Trellex 5 Annan 6	Finns 5	Punkt 2 Central 3	Finns 2
Matare under primärkross	Finns 10	Trellex 3 Annan 7	Finns 6	Punkt 2 Central 3	Finns 2
Band under primärkross	Finns 10	Trellex 3 Annan 7	Finns 6	Punkt 2 Central 3	Finns 4
Band till upplag	Finns 14	Trellex 4 Annan 10	Finns 5	Punkt 1 Central 4	Finns 6
Mellanupplag Silo	Finns 10	Trellex 3 Annan 6	Finns 9	Punkt 1 Central 2	Finns 4
Tunnelmatare	Finns 6	Trellex 2 Annan 4	Finns 3	Punkt 1 Central 2	Finns 4
Band till krossar Band till ficka	Finns 15	Trellex 3 Annan 11	Finns 14	Punkt 6 Central 9	
Anslutning till ficka före krossar	Finns 8	Trellex 4 Annan 3	Finns 7	Punkt 1 Central 6	
Matare till krossar	Finns 12	Trellex 5 Annan 8	Finns 7	Punkt 1 Central 6	
Sekundär kross	Finns 14	Trellex 7 Annan 5	Finns 9	Punkt 2 Central 7	Finns 1
Band från sek. kross till upplag/silo/sikt	Finns 15	Trellex 5 Annan 10	Finns 11	Punkt 2 Central 9	
Tertiär kross Kvartär kross	Finns 9	Trellex 6 Annan 3	Finns 5	Punkt 3 Central 6	Finns 2
Band från krossar till sikt/silo/upplag	Finns 15	Trellex 6 Annan 9	Finns 11	Punkt 2 Central 9	Finns 1
Siktar	Finns 17	Trellex 11 Annan 7	Finns 9	Punkt 1 Central 13	Finns 1
Stup till silo	Finns 10	Trellex 5 Annan 7	Finns 9	Punkt 2 Central 7	
Band från sikt till silo/ ficka/kross	Finns 13	Trellex 5 Annan 7	Finns 8	Punkt 0 Central 8	

Bilaga 5.2 Nuläge. Sammanfattning Inventeringsenkät Spill
Inventering av processrelaterade spillkällor och nuvarande åtgärdspraxis
Sammanfattningen gäller för 22 svar från stationära anläggningar

Spillkälla	Spill från	Spilltillfälle	Spillsanering	Annan åtgärd
Förkrossstation	Inmatning 8 Stup 1 Utmatning 6	Under drift 8 Service 1 Reparationer 1	Manuell 8 Dammsugare 2 Vattenspolning 3	Spilltransportör 1
Bandtransportörer	Påmatning 10 Avlastning 9 Underpart 11	Snedgång 7 Bandrensare 14 Reparationer 1	Manuell 13 Dammsugare 5 Vattenspolning 4	Avskrap, borste 0 Lastmaskin 0 Helkapslad 1
Krosstationer	Inmatning 7 Stup 4 Utmatning 6	Under drift 9 Service 1 Reparationer 1	Manuell 9 Dammsugare 4 Vattenspolning 3	Kapslad inget spill 2
Siktstationer	Inmatning 5 Stup 4 Utmatning 5	Under drift 7 Service 1 Reparationer 1	Manuell 8 Dammsugare 4 Vattenspolning 2	Kapslad inget spill 3
Matarstationer	Inlastning 5 Utmatning 5	Under drift 6 Reparationer 1	Manuell 6 Vattenspolning 1	Kapslad inget spill 2
Silon	Inlastning 2 Utmatning 8	Under drift 10 Reparationer	Manuell 6 Dammsugare 1	Kapslad inget spill 2
Lastmaskiner	Körning 8 Tömning 8	Under drift 7 Reparationer 0	Manuell 7 Dammsugare 0	Kapslad inget spill 1 Sopmaskin 2
Truckar	Körning 8 Lastning 7	Under drift 7 Reparationer 0	Manuell 7 Dammsugare 0	Kapslad inget spill 2 Sopmaskin 1
Losstagning Egen 8 Entreprenör 4	Borrning 7	Borrning 7 Borrkaxtömning 5	Manuell 3 Dammsugare 6 Vattenspolning 1	
Losstagning	Salva 9	Sprängning 7 Utlastning 7	Bevattning 5 Annan	Vatten+ Salt vid behov
Skuthantering	Hammare 12 Annat 1		Maskin 4 Ingen 3	Vatten+ Salt vid behov
Lastning	Lastare 7 Grävmaskin 4	Lastning/tömning 8 körning 5	Manuell 6 Annan 2	Vatten+ Salt vid behov Inga problem 1
Transport	Truck 8	Körning 7 Tömning 7		Vatten+ Salt vid behov
Öppna upplag	Inlastning 6 Utlastning 7 Vind 12		Manuell 3 Dammsugare 0 Vattenspray 6	Vatten vid behov Under tak 1
Öppna planer	Trafik 12 Vind 11	Torrt väder 13 Alltid 1	Bevattning 9 Annan 6	Vatten+ Salt vid behov

Bilaga 5.3 Nuläge. Naturstensproduktion
Även för denna bransch genomfördes en enkät med avseende på de vanligaste arbetsmomenten och användning av dammavsugning, filter, friskluftsmask och vätning.

Endast ett svar kom, men samtidigt kom från Sveriges Stenindustriförbund ett dokument, ”SAMLAT ÅTGÄRDSPROGRAM FÖR ATT FÖRHINDRA ARBETSSKADOR I STENARBETET SAMT ORGANISERA FÖR LÄRANDE OCH UTVECKLING”. Arbetet med programmet utfördes 1990 med stöd från Arbetslivsfonden. Bakom initiativet stod såväl SAFs Allmänna Arbetsgivarförbund som fackförbunden, Fabriks, SIF, SAF och CF.

Av enkäten men också från besök på anläggningar framgick att detta åtgärdsprogram i tillämpliga delar nu tillämpas och uppföljts t.ex. med mätningar enligt AFS 2000:3.

För arbetet i brotten, borrning sprängning och sågning gäller vätning som åtgärd mot damning, efterföljande bearbetning sker såväl utomhus som inomhus och dammbekämpning åtgärder anpassas efter behov.
I produktionsmoment som sågning, slipning/polering är åtgärden vätning. För torra maskinmoment som ytbehandling och gravering är åtgärderna punktutsug med filter eller dammsugare. Arbetsmoment med handhållna verktyg dammsugs i t.ex. dragskåp, alternativt bär personalen personliga skydd/friskluftsmasker.

Om diffus damning från transporter, planer och vägar förekommer bekämpas den med bevattning. Upparbetning av skrotsten sker i kampanjer och för detta anlitas entreprenörer.

Sammanfattning. Arbetarskyddet mot damm fungerar och de årliga kontrollmätningarna av totaldamm och kvartsexponering bekräftar detta. Ibland med så gott resultat att mätningsintervallen kan ökas till två år. Klagomål från kommuner och grannar är sällsynta.

Stenbrott
Foto Anders Lindahl

Rondellutsmyckningar. Foto Anders Lindahl

Konstverk i marmor, Torremolinos Spanien.
Foto Anders Lindahl

6. BÄST TILLGÄNGLIG TEKNIK (BAT) FÖR BEKÄMPNING AV DAMM OCH SPILL I PRODUKTIONSDAMMKÄLLOR

6.1 Generellt och dammbekämpningsmetoder

I avsnitt 3 Damm- och spillegenskaper samt respektive dammkällor beskrivs de dammbildningsmekanismer som naturligt och industriellt leder till produktion av damm (partiklar). Ett försök att kvantifiera krossarnas andel av dammproduktionen (PM75 samt andelen PM 10 och PM 2,5) har gjort och redovisas i avsnitt 3, bilaga 3.2.

Dammproduktionen i de övriga momenten siktning, materialhantering samt spridningsmönstret för den diffusa damningen, av det inom täktområdet återsuspenderade dammet, varierar starkt från täkt till täkt och har därför inte ansetts meningsfullt att kvantifiera**.**

De åtgärder som krävs är att tillämpa kända bekämpningsmetoder och att bekämpa och begränsa damning genom att förhindra att suspenderade partiklar sprids.

De vanligaste metoderna är:
Att med konstruktiva åtgärder, dimensionering och tekniska lösningar, eliminera spill och därmed damning
Att med filter skapa undertryck i kapslingarna så att partiklarna inte kan rymma och spridas.
Att med vatten, med eller utan tillsatser, agglomera partiklarna så att de inte låter sig fångas av vind och spridas.

Anläggningsdesign

Konstruktiva åtgärder kan vara svåra att tillämpa på befintliga installationer, men bör beaktas vid ersättnings- och tilläggsinstallationer. De bör alltid tillämpas vid projektering av en ny anläggning. Den kanske viktigaste och grundläggande åtgärden är att maskinerna konstrueras och dimensioneras så att spill och därmed även damm inte kommer ut ur produktionsprocessens materialflöde.

Exempel från erfarenheter:

- Att skapa extra volym i huvar, stup och rännor så att lufthastigheten minskas. Därmed elimineras risken för att övertryck, som kan trycka ut damm, uppstår i processen, Åtgärdsluckor skall utföras tillräckligt stora och utförda så att de inte kan samla materialpartiklar som väller ut vid öppning. Notera Maskindirektivets föreskrifter för luckor. Inspektionsluckor kan vara integrerade i åtgärdsluckor.

- På alla enheter/platser där inspektioner och underhållsarbete behöver utföras skall arrangeras plattformar och trappor. Bekväm och säker åtkomlighet, skapar möjlighet för en säker, regelbunden, daglig, manuell inspektion, för notering av underhållsbehov och för planering av underhållsinsatser.

- Anpassa dimensioner så att strypning av materialflödet undviks. Tag hänsyn till de maskiner som vibrerar, oscillerar, förflyttas e.d. så att inte rörelsen hindras eller skapar onödigt slitage och därmed materialutsläpp.
- Punktslitage, som kan resultera i hål i stup, trattar och rännor, kan bekämpas konstruktivt med outslitliga mullhyllor.

- Om inte mullhyllor kan arrangeras kan hårt och slitstarkt material användas, men även om en ansenlig tjocklek väljs, måste slitskyddet regelbundet inspekteras och underhållas. Ett annat intressant material för slitage skydd är polymera material, i synnerhet eftersom dessa material dessutom dämpar buller.

- Alla maskiner skall utförande- och säkerhetsmässigt uppfylla Maskindirektivets krav och föreskrifter, CE-märkas och certifieras.

- Dimensioneringen av materialhanteringssystemets enheter fordrar kunskap och uppmärksamhet, dels för att de skall betjäna hela anläggningen och är flera till antalet, dels för att bandtransportörerna i systemet har många spill- och dammkällor. Se avsnitt 6.9 bandtransportörer.

- Installera automatisk processövervakning så att redan tendenser till överfyllnader, bandsnedgång, bandrensarslitage mm detekteras och förhindras. Felmeddelanden bör steg 1 signalera och steg 2 stoppa anläggningen.

Tekniklösning kapslingar
Kapslingar kan utföras av plåt, plast, PVC belagd textilduk och/eller gummiduk. Kraven på en kapsling är många t.ex. täthet, tålighet mot mekaniska skador, vibrationer, över- och undertryck i kapslingen. Vidare skall kapslingar ha inspektionsluckor och plattformar för effektivt underhåll, enkel montering/demontering och låga underhållskostnader.

Det finns minst två typer av flexibel kapslingsteknik som kan ges BAT- status, dels Metso-Trellex dammtätningssystem, dels Sandviks Dustflex do. Se beskrivningar nedan.

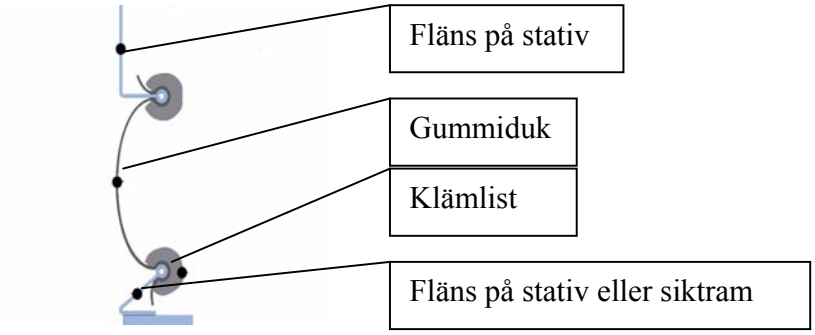
Förutsättningen är att anslutningar och installation utförs enligt leverantörens anvisningar.

Notera för Trellexsystemet, att fästprofilerna, för begränsning av till sikten tillförd värmemängd, skall fästas med intermittent svetsning och att svetsmellanrummen skall tätas med plastisk tätningsmassa. Tätning med tätningsmassa gäller även alla montageförband i stup etc. så att partiklar inte kan ”drösa (komma) ut”. En omsorgsfullt utförd och underhållen kapsling kan vanligtvis fungera utan filter, undantag kan vara kapsling av enhet som kan skapa övertryck i kapslingen t.ex. slagkross, hammarkvarn och vissa typer av siktar.

Beskrivning av Metso/Trellex dammtätningssystem
Systemet passar till såväl rörliga/vibrerande anslutningar som fasta do.

Det består av raka gummiprofiler, hörnprofiler för horisontella och vertikala anslutningar samt gummiduk och klister. För att en anslutning skall bli komplett skall anslutningsflänsar avslutas med rundjärn eller valsad profil diameter 10 mm och får inte ha horisontala dammsamlande ytor.

För kapsling av siktar krävs ett lätt stålstativ som bär upp kapslingens ovansida. Monteringen innebär att gummiduken fästes mot flänsens rundjärn och kläms fast med gummiprofilen. Behov av verktyg är litet.



Trellex dammtätningssystem, princip och ingående komponenter
Animation: Metso Minerals AB

Beskrivning av Sandviks Dustflex dammtätningssystem
Ett universalsystem bestående av standard gummi- och stålkomponenter, vilket möjliggör skräddarsydda installationer för optimal effektivitet.

Metallkomponenterna monteras genom intermittentsvetsning på de maskiner och den kringutrustning som skall kapslas och dammtätningsduk av flexibelt och väderbeständig gummi fäst mot dessa med hjälp av klämlister i slitstarkt gummimaterial. Profiler finns för både vertikala och horisontella hörn och duken skärs till de mått och former som behövs vilket gör att även komplicerade strukturer kan kapslas. En kniv och gummiklubba är de enda verktyg som behövs.

Tekniklösning filter
Filter av typ punkt- och centralfilter har installerats under många år och positivt bidragit till reducering av damm i anläggningarna. Filtren bidrar, genom att skapa undertryck i stup och kapslingar, till att partiklar inte kommer ut utan följer med i materialflödet.

Enklaste typen av Punktfilter (skakrensat) betjänar t.ex. en omlastningspunkt och rensar tillbaka till materialflödet. Under rensningssekvensen bortfaller undertrycket och risk för dammutsläpp uppstår, varför den typen av filter kan anses ha låg BAT- status.Med ett tryckluftrensat do. kan uppsuget damm alternativt rensas till en behållare e.d. och undertrycket bortfaller inte under rensningssekvensen.

Centralfilter för en hel anläggning är en föråldrad teknik, dock kan ett mindre centralfilter dimensioneras för en lokal insats t.ex. för en större siktstation rekommenderas.
Se figur i avsnitt 6.7 siktar. Rensningstekniken påverkar funktion och investeringskostnad.

Det finns många filterleverantörer. Att i det här fallet välja ut en typ av filter samt ge den BAT-status är inte rättvist, men kravspecifikationen nedan ger stöd för urvalet.

- Om behovet av antal punktfilter är mindre än 4 och avståndet mellan filtren stort kan skakrensning möjligen accepteras.

- Om behovet av antal punktfilter är större än 4 och avståndet mellan filtren litet skall tryckluftrensning väljas.

- Om antalet sugpunkter är många inom ett begränsat område, t.ex. på en stor siktstation, skall lokalt tryckluftrensat filter väljas. Metoden med kontinuerlig rensning innebär också att filterrensmaterialet kan avskiljas från materialflödet

- Lokala centralfilter bör vara uppbyggt av standardiserade moduler, t.ex. av punktfilter, för exaktare dimensionering mot behovet, enklare underhåll och standardiserade slit- och reservdelar. Filterinstallationen skall sektioneras mot driftsekvenser så att endast aktiva filter deltar i driften.

- Om en eller flera sugpunkter behöver anslutas till filtret skall kontrolleras om aktuellt filter har tillräcklig kapacitet eller om det behöver kompletteras med en eller flera moduler. Installationen skall vara komplett med erforderliga plattformar och trappor för effektivt och säker inspektion, underhåll etc.

- Filtermedia avpassat till året runt drift och aktuell typ av produktion.

- Driftkontroll och funktionsövervakning skall vara datoriserad och/eller vara enkel att ansluta till anläggningens datorsystem.

- Komplett dokumentation för installation, drift, felsökning och underhåll samt reservdelslista med standardbeteckningar på standard komponenter.

Leverantörskontakter
Bland följande referenser/leverantörer som är verksamma inom mineral- och bergkross branschen bör rätt filter till rätt pris finnas.

Donaldsson Scandinavia.	Tullinge, 08 7788360.	DCE Dalamatic m.fl.
Processfilter Sweden AB	Helsingborg, 042 386580	Punkt- och Centralfilter
ITK-Envifront AB	Växjö, 0470 722100	Punkt- och Centralfilter
Simatek Engineering A/S	Halmstad, 035 33387	Inlastningsfilter
Nordifa AB	Halmstad, 035174800	Punkt- och Centralfilter
Nildust AB	Lindesberg, 058115650	Punkt- och Centralfilter
APE Components AB	Kista, 08 6326300	Beth filter
D. Hinze&Co, Ingenjörsfirma	Älta, 08 773213	Standardfilter

OBS listan är inte fullständig

Tekniklösning vatten och kemikalier
Vatten är enligt enkäten det mest använda dammbekämpnings medlet. Vanligt är att salvan bevattnas direkt efter sprängningen och hålls befuktad under utlastning. Även i primärkross-stationen förekommer bevattning liksom på planer och vägar. Vatten är ett ekonomiskt alternativ men varaktigheten är kortvarig pga. avdunstning. Genom tillsats av hygroskopiska salter typ magnesiumklorid, natriumklorid och kalciumklorid förlängs varaktigheten, men salt bidrar till rost på maskiner och fordon.

Vattnets effektivitet att fånga små partiklar kan ökas med dysor och munstycken som kan producera ultrafina droppar i område 1-10 mikron. (ULTEC).

Utbudet av kemikalier för dammbindning är stort där klorider, sulfonater, lignin, emulsioner, rapsoljebaserade preparat, etc. förekommer. Egenskaperna är t.ex. limning av partiklar och fuktupptagning.

En intressant produkt är DammFix samlingsnamnet för DustCon, som används på transportvägar och planer samt DustFoam för dammkällor i krossprocessen. Preparaten är baserade på citrusolja. DustCon doseras till vatten i förhållandet 1:3000 och kostar ca 100 SEK/liter. Medlet sänker vattnets ytspänning och får vattnet att snabbare tränga djupare ner i körbanan, och dess fuktbevarande ämnen binder kvar vattnet längre i körbanan.
Leverantören anger att vattenbehovet och bevattningsfrekvensen reduceras upp till 50 %.

DustFoam doseras till vatten, 0,5-1,0 % av vattenmängden som beräknas till 1-2 liter per ton material och kostar ca 38 SEK/liter. Blandning behandlas med tryckluft i en skumbildare, skummet tillförs materialflödet och binder dammet. Bindningseffekten uppges kvarstå i många timmar.

Leverantörskontakter		
BioCare Svenska AB	Blomstermåla	0499 20100
Team Tomca AS	Sandnes Norge	+47 51974160
Obs listan är inte fullständig		

6.2 Bergborrning
Problem
- Vid all borrning speciellt i närheten av bebyggelse gäller krav på hur dammet hanteras. Även om bergborrning är en ur damningssynpunkt marginell verksamhet. Dels är avverkning av material liten, dels är ofta perioden mellan salvorna lång, speciellt i täkter som bearbetas med mobil kross- och siktutrustning där borrning/sprängning endast sker ett fåtal gånger per år.

Krav
- Borrningsaggregaten är/skall vara utrustade med dammsugare och borrkax och damm skall uppsamlas i säckar. Eftersom detta material skall tas omhand före sprängningen blir materialhanteringen dyr och besvärlig. Metoden för detta är att befukta och uppsamla allt damm på salvan för deponering på lämplig plats. Praxis har varit att tömma borrkax och damm på salvan, en metod som såväl beställare och som myndigheter ofta haft förståelse för, dock utgör damm som kvarlämnats på pallen innan sprängningen en källa för diffus damning under den fortsatta processen.

- Kravet på dammsugarens kapacitet är de Hygieniska gränsvärdena, totaldamm 10 mg/m³ och respirabel kvarts 0,1 mg/m³ vilka uppnås endast med väl underhållen utrustning och under ideala förhållanden.

- Dammupptagningsförmågan påverkas av bergets lutning, sugkåpans skick och förmåga att täta, sugslangens skick samt dammsugarens filter och allmänna skick.

Tekniklösning skum
Dammbindning med skum, DrillingFoam, DustFoam, DammFix etc., är en teknik som utnyttjar egenskapen hos produkter som innehåller sulfonat, apelsinolja och vatten. Skummedlet blandas med vatten och genom ventiler och strypningar doseras vätskan i spolluften samt i kaxutloppet på dammavskiljaren.

På borraggregatet monterade huvudkomponenter i standardutförande för året runt drift:
- En behållare på ca 120 liter med en intern värmeslinga. Storleken är anpassad till vattenförbrukning för ett skift på ca 10 timmar.
- En elektrisk påfyllningspump för att fylla vatten i tanken.
- Termostatstyrd dieselvärmare 5 kW komplett med bränslepump, cirkulationspump, värmeslinga och utjämningsbehållare.
- Luftdriven matningspump för matning av vatten/skumblandningen.
- Magnetventiler och styrenhet för automatiserad arbetsgång.
- Dimsmörjare för renblåsning av slangar/munstycken med luftverktygsolja vid längre arbetsuppehåll eller vid arbetetsdagens slut. (vintertid)
- Omkopplare på manöverpanel för att välja vätska till spolluften eller vid tömning av damm från säcken.
- Reglerbara strypningar för att dosera vätska/luft.

Idag används, som skumbildare, en miljögodkänd helt vegetabilisk produkt med tillsats av tensider. Den låga andelen skumbildare i kombination med dess miljöegenskaper innebär att den kan användas även i mycket känsliga miljöer. För att förhindra frysning vintertid vid längre uppehåll i borrningen används en miljögodkänd luftverktygsolja för renspolning av utrustningen.

Förbrukning/Kostnad/Resultat
För borrhålsdiameter 76 mm och normal andel fint borrdamm åtgår ca 0,5 liter vatten/skum per borrmeter. Förbrukningen påverkas av andelen fint borrkax och håldiametern.

Tillkommande kostnaden för borrning vintertid med håldiameter 76 mm exkl. diesel för uppvärmning understiger 50 öre per borrmeter. (Investeringskostnaden är inte inräknad) Uppnådda resultat, totaldamm <0, 1 mg/m³ och respirabel kvarts <0, 05 mg/m³ dvs. allt synligt damm är infångat. Om borrkaxet i bunden form får lämnas på pallen innebär det en hanteringsbesparing i vikt på ca 2 ton. Vikten av vatten och skum att hantera till riggen utgör endast 5 % av motsvarande borttransport av borrkax.

Bindningstiden beräknas till ca tre dygn. I de fall då en längre bindningstid av borrkaxet önskas kan dysor, monterade i dammavskiljarens utloppsdel, utnyttjas vid avslutad borrning kombinerad med att ett dammbindningsmedel tillförs den befintliga vatten/skumblandningen.

Sammanfattning av skummetoden.

- Halvering av respirabel kvartsmängd.
- Mängden totaldamm minskar till 1/10-del.
- Inget findamm som virvlar runt på arbetsplatsen.
- På flertalet arbetsplatser kan borrkaxet lämnas på berget = lägre arbetskostnad och ökad säkerhet.
- Minskat slitage på borrutrustningen = minskade filterkostnader, renare utrustning etc.
- Bättre miljö för övrig personal och närboende = inget fint damm som ligger kvar när borrningen avslutas.

Källa: Avsnittet om dammbindning med skum är hämtad ur underlag från Atlas Copco MCT Sverige AB.

6.3 Salvan, skuthantering, lastning och tippning

Problem

- I dessa delar av produktionen utgör den diffusa damningen huvudproblemet. De praktiskt möjliga åtgärderna mot damning begränsas till vatten och kemikalier.

Krav

- Kravet är det allmängiltiga, att bekämpa all damning. Denna beskrivning av dammbekämpningsmöjligheter vid sprängning baseras på att tekniken för borrning, val av håldiameter och konfiguration samt val av sprängmedel är den bäst tillgängliga.

Tekniklösning vatten

Vattenbegjutning, före och direkt efter sprängning och som upprepas vid utlastning i bergtäkt med behovet, är den enda realistiska metoden. Eventuellt kan någon tillsats för förlängning av tidsintervallen mellan bevattningarna användas. Se MinFo Case Study i avsnitt 11 om skumtekniken.

Utlastning av en bevattnad salva. Foto: Anders Lindahl

Om salvans utförande avpassas till förkrossens intagsöppning kan skuthanteringen minimeras och därmed aktivitetens källstyrka. Denna del av materialhanteringen är normalt inte kontinuerlig och sker med maskinburen hydraulhammare. Hammarens dammproduktion är sannolikt försumbar i jämförelse med omgivande trafik.

Vid lastning gäller dels att salvan är bevattnad, dels att körvägarna för lastande maskin och för truckar är dammbekämpade med vatten eventuellt med någon tillsats.

För tippning till förkrossen, upplag eller truck gäller traditionellt vattenbegjutning. Spill är också vanligt speciellt om storleken på truckar har ökats utan att trågets storlek justerats. Att reducera spill och damm i en förkrosstation är oftast ett konstruktions- och underhållsärende. Under tippningsfasen har denna dammkälla utan dammbekämpande åtgärd en betydande källstyrka. I känsligare lägen kan installation av typ Simatec dammfilter JM 20/25 övervägas.

Att bekämpa damm i stora tippfickor kräver ett stort engagemang från personal inblandad i operationen. Först måste tippfickan vara ordentligt skyddad från vinden, annars är det omöjligt att begränsa damningen. Dysor som skapar en ridå av vattendimma och håller ned damningen kan monteras på var sida och ovanför tippfickan. Även dysor som sprutar vatten rakt ned i tippfickan hjälper till.

Med vattendimman igång och vattenbegjutningen på, samtidigt som tippfickan är i lä minskas den diffusa damningen effektivt. Spill runt tippfickan bör undvikas eller tas omhand med jämna mellanrum.
Foto: Jakob Lidén

6.4 Matare

Problem

- Problemen i produktionsprocessen är att identifiera damm- och spillkällor och att välja lämplig och varaktig teknik för dammbekämpning . Det gäller också att avgöra i de fall mataren är befintlig om den är kapslingsbar eller måste utbytas mot do.

Krav

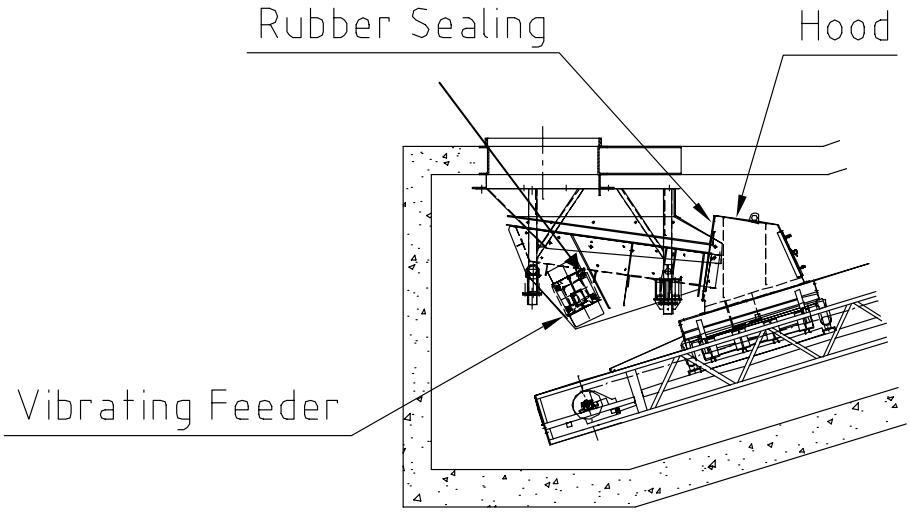
- Kraven är att effektivt minimera spill/dammkällans utsläpp. En matare används för att kontrollera materialflöden i mineralprocesser, vilket innebär att den samtidigt utgör en dammkälla. Liksom med siktar krävs av matarens dammkapsling att den skall kunna förbinda statiska stup och huvar med den vibrerande maskinen utan att maskinens rörelse och kapacitet påverkas negativt.

Generellt gäller att tunga primära matare har elmotordriven eller hydrauldriven mekanism. Medel tunga matare drivs med obalansmotorer, medan lätta matare har elektromagnetisk drift.

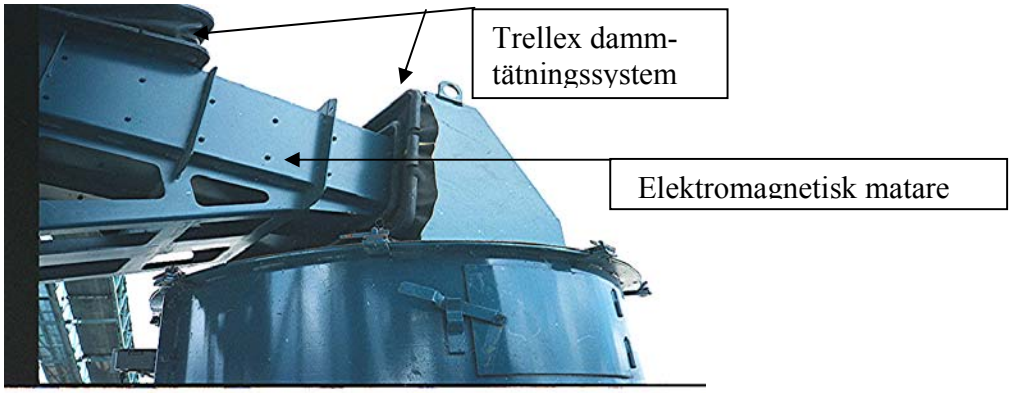
Tekniklösning kapsling

Av de bekämpningsåtgärder som kan tillämpas är kapsling den vanligaste. För de vibrerande matarna är tekniken effektiv, men för andra typer t.ex. excentermatare och bordmatare är svårigheterna med kapsling större.

Den teknik som hittills visat sig ha dessa egenskaper, samt dessutom är relativt underhållsfri och lämnar driften utanför kapslingen är Trellex- systemet alternativt Dustflex- systemet. Jämför krossar, siktar osv. Beskrivning av dessa system finns på avsnitt 6.1.generellt.



Kapslad tunnelmatare. Ritning Sandvik Rock Processing AB



Kapsling mellan ficka, matare och kross. Foto Anders Lindahl

De tunga matare som startar processen är ofta försedda med någon form av stavgaller för att leda förbi material mindre än krossens minsta spalt, (CSS = Close Side Setting).

De tunga matarna under inmatningstråget skulle alternativt kunna vara anslutna till vattenspraysystemet vid krossens intagsöppning.

Leverantörskontakter
Metso Mineral AB och Sandvik Rock Processing AB

6.5 Krossar

Problem

- I produktionsprocessen är problemet att identifiera damm- och spillkällor och att välja lämplig teknik för åtgärder mot spill och damning. För krossar gäller att välja torr eller våt teknik och att vald typ av åtgärd är varaktig speciellt med tanke på att frekventa byten av krossplattor och mantlar kräver enkelt demontage och återmontage med bibehållen effektivitet.

Krav

- Kravet är att förhindra att utsläpp av spill och damm och att från och med inmatning till och med utmatning kontrollera materialflödet så att överfyllnad inte kan skapa utsläpp av spill och damm.
- Vidare är kravet att underhållsaktiviteter kunna ske normalt, dvs. att inspektionsluckor och serviceplattformar finns installerade.

Processen krossning innebär att materialet i salvan reduceras i att antal krossteg till produkt-fraktioner för t.ex. ballast eller för annan förädlingsprocess. I gruvor och mineralverk avslutas storleksreduceringen med våt- eller torrmalning.

Val av krosstyp baseras vanligtvis på bergartens arbetsindex Wi och slitageindex Ai. För hårda och slitande bergarter t.ex. granit väljes rotations-, spindel- och konkrossar, men för mjuka bergarter t.ex. kalksten väljes slagkrossar om hög reduktiongrad önskas.

För åtgärder mot damning kan alla bergarter i princip behandlas lika, dock ur hälsosynpunkt måste bergartens kvartsinnehåll beaktas.

För det första krossteget används vanligen käftkrossar (typ rotations- eller pendelkross). Materialet inlastas i ett matartråg med matare, oftast av stavgallertyp. Produktionen övervakas av en krossmaskinist som utför sitt arbete från en vid krossen placerad luftkonditionerad och bullerisolerad manöverhytt. Arbetsuppgiften är att kontrollera matningshastigheten samt justera överstora skut med hjälp av hydraulhammare eller kran. Alla manöverdon finns placerade inne i hytten.

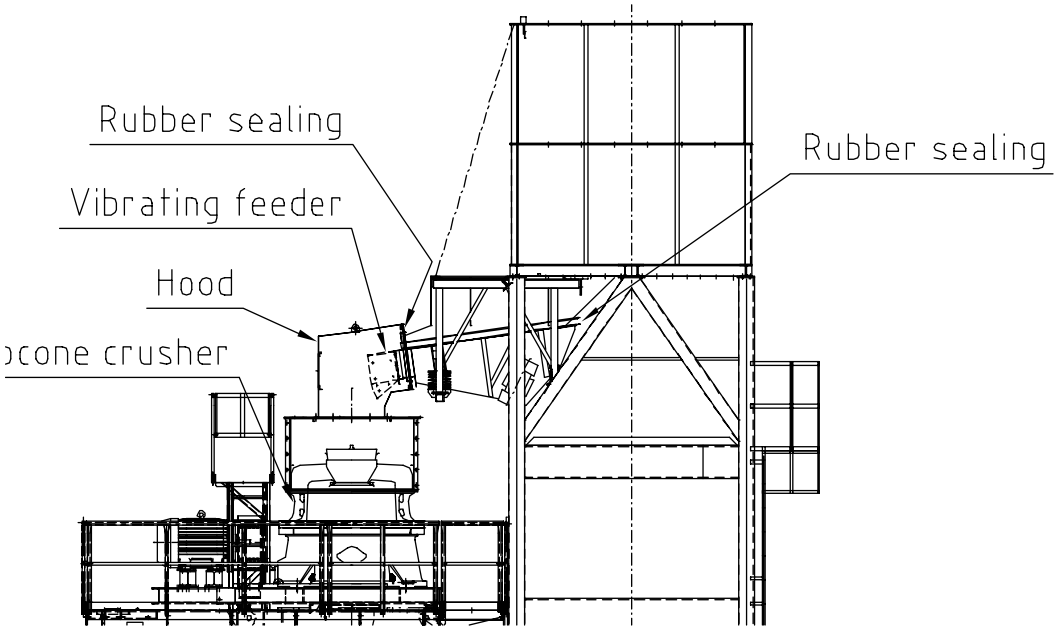
Tekniklösning primärkross

- Fortsättning av den bevattning som utförs på salvan via sprayramper vid inlastningen. Eftersom damm frigörs i krossen behövs ibland även en sprayramp ovanför krossgapet.
- Damm från krossen kan också fångas i en filteransluten huv över krossen. Huven skall vara svängbart upphängd för att ge arbetsutrymme vid krossen och ha anslutning till stup för filterrens. Filterarrangemanget lämpar sig bra för primära käftkrossar men också för slagkrossar. Orsaken är att fukten från bevattning kan komma att störa efterföljande siktning av fina fraktioner.
- Den typen av siktproblem kan elimineras med att skumteknik insätts i lämpligt krossteg.
- Kapsling av by-passtup och krossutlopp eventuellt med punktfilter.
- Filtersystem ”Intake Pit Aspiration” för en eller två sidor av matartråget.
- Installation av primärkrossen inklusive tippning, inmatning och utmatning i en separat byggnad.

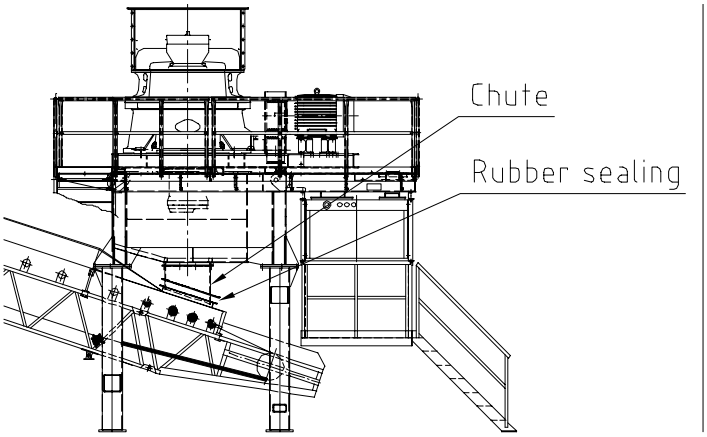
- För efterföljande krossteg används spindel- och konkrossar samt sekundära slagkrossar. Gemensamt för dessa är att matningen kontrolleras och krossarbetet övervakas automatiskt av krossdatorer samt av en för hela anläggningen centralt placerad processdator. All övervakning och kontroll sker från denna manövercentral som om möjligt men inte nödvändigtvis bör vara placerad så att anläggningen kan överblickas även om kritiska stationer har kameraövervakning.

Tekniklösning efterkrossning

- Under drift oscillerar både spindel- och konkrossar, varför en flexibel förbindelse mellan fast kapsling och krossen måste installeras. Sedan många år utnyttjas Trellex/Dustflex dammtätningssystem för kapslingar mellan pålastande bandtransportör/vibrationsmatare och krossen samt mellan krossen och utmatningsstup/bandtransportör.
- Tekniken kan anses vara standard för dessa maskiner.

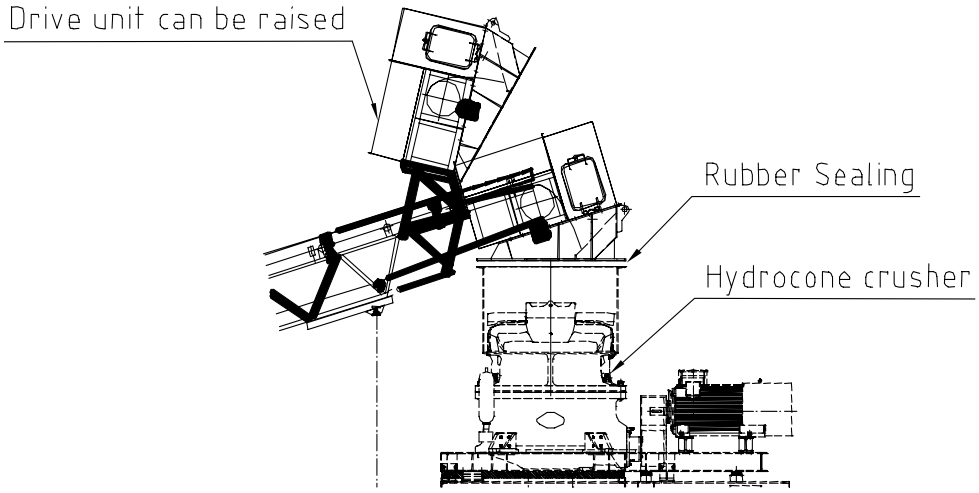


Figur som visar en vanlig, dammtät och rekommendabel teknik. Fickan ackumulerar och utjämnar materialflödet till krosstationen. Mataren, styrd av nivåvakt, håller krossen fullmatad. Dammtätningssystemet har en så enkel montering att servicearbetet endast påverkas marginellt.
Ritning Sandvik Rock Processing AB



Figur som visar en omlastning från kross till bandtransportör med
Tätningssystem Trellex/Dustflex. Ritning Sandvik Rock Processing AB

- Om krossen är en sekundär (spindel) kross som pålastas från tunnelupplag med vibrationsmatare och bandtransportör måste transportören vara utrustad, med en uppfällbar främre sektion, som tillåter servicearbete på krossen. Se bild nedan.



Figur som visar en krossmatning med bandtransportör. Rubber sealing typ Trellex/Dustflex.
Ritning Sandvik Rock Processing

- Även för slagkrossar gäller inkapsling och öppningsbara anslutningar kan lämpligen utföras med Trellex/Dustflex- tekniken. Se avsnitt 6.1.
- Krossning har hög källstyrka men om den kapslade installationen kompletteras med ett undertrycksskapande filtersystem förhindras effektivt att damm slipper ut från processen.

- Speciellt viktigt är detta om materialets kvartshalt är hög. Trellex/Dustflex- systemets täthet gör att endast låg kapacitet hos filtersystemet krävs, eventuellt filter skall placeras på andtransportören under krossen.
- Alternativt kan skumtekniken appliceras. Se avsnitt 6.1

Leverantörskontakter krossar: Sandvik Rock Processing AB och Metso Minerals AB

6.6 Fickor och silor

Problem

- Problemet i produktionsprocessen är att utföra inlastning och utlastning spill- och dammfritt och att välja lämplig och tillförlitlig teknik samt att den valda tekniken är varaktig. Att arrangera utmatning till transportfordon innehåller svårigheten att typ och storlek på fordonen kan variera betydligt samt att lastningen skall ske med stor kapacitet och kontrolleras från bilens förarhytt.

Krav

- Kraven är att taken på fickor och silos inte blir upplag för spill utan inlastas spill- och dammtätt, att fickor och silor är täta samt att evakuering av övertryck sker med silofilter eller med kompletta filter, vidare att alla in- och utlastningar är kapslade.

Som åtgärd mot damning är fickor och silos i sig själva en mycket bra enhet, förutsatt att in- och utmatningsarrangemangen utförs korrekt kapslade.

Fickor är vanligen benämningen på enheter större än 50 m³ för flödesutjämning och matning till krossar. Silo är vanligen benämning på större enheter för lagring och distribution av produkter. De byggs samman till de antal fraktioner och volymer som behövs.

Slutsiktar placeras ofta uppe på silor och fraktionerna avlastas med stup till respektive silo och med bandtransportör till nästa sikt eller silo.

De aktuella åtgärderna är kapslingar och eventuellt filter.

Tekniklösning inlastning

Inlastning som normalt sker med bandtransportör eller skopelevator utförs kapslad och ansluts flexibelt med Trellex/Dustflex teknik. Detta eftersom temperaturändringar längdändrar transportörens fackverk (stomme). Visserligen en liten rörelse men som ändå inte får förhindras. Stupet mellan transportör och ficka/silo skall förlängas bakåt under transportören så att spill/damm från bandrensare faller ned i fickan och inte fångas av vind.
Minst två bandrensare erfordras för att minimera spill från returparten.

Tekniklösningar utlastning/tömning

- Materialet i fickor utmatas med kapslade matare till kapslade krossar eller bandtransportörer. Se avsnitt 6.9
- För alternativ utmatning kan beroende på förutsättning varierande siloutlastningssystem t.ex. teleskopiska stup/bälgar väljas, med eller utan filter.

- Materialet i silo utmatas med kapslade matare till krossar eller matas/doseras till bandtransportörer för varierande ändamål.
- För annan utmatning t.ex. för biltransport kan bevattning genom dysor installeras
- De för ändamålet lämpligaste kapslade spjäll, matare eller siloutmatningssystem t.ex. teleskopiska stup/bälgar kan väljas. Med eller utan dammavsugning med filter.

För bulkbilar med slutna lastrum finns teleskopstup och för öppna lastrum finns dysramper. Val av teknik bestäms av tillgänglig höjd, om materialet får vätas samt av transportorganisationen.

Exempel på dammtäta utlastningssystem

Silo med pneumatisk inlastning och filter på toppen

Fyra justerbara utlastningsbälgar till bulkfordon

Anslutning till bulkfordon
Dessa foton är från Cementa Skövdefabriken

Evakuering av övertryck till filter
Foto: Anders Lindahl

6.7 Siktar

Problem

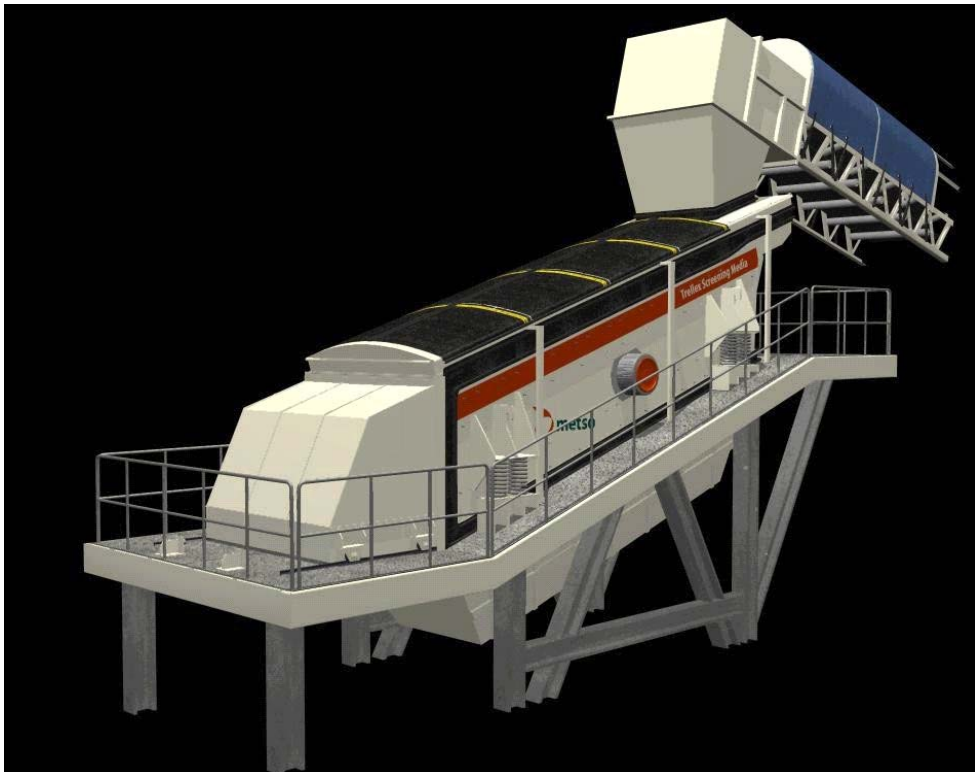
- Problemen i produktionsprocessen är att en okapslad sikt har stor källstyrka, delvis beroende av den ”pumpverkan” som kommer av siktdäckens rörelse och att denna pumpverkan påverkar även pålastande och avlastande enhet t.ex. en bandtransportör. Med kapsling blir fenomenet ännu tydligare. Vald teknik måste vara varaktig speciellt med tanke på att frekventa byten av siktelement kräver enkelt demontage och återmontage av kapslingen så att tätningseffektiviteten bibehålls.

Krav

- Siktars arbetsrörelse och behov av inspektion, underhåll, byte av siktmedia etc. ställer avancerade krav på dammbekämpning.

Tekniklösning kapsling

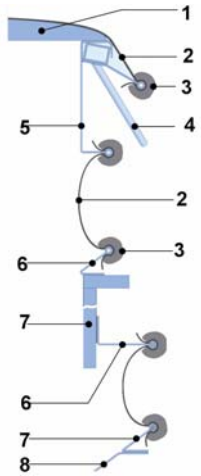
Den kapslingsmetod, fabriksmonterad, som uppfyller dessa krav är Trellex och Sandvik Dustflex dammtätningssystem där de aktiva komponenterna är tillverkade av gummi. Mellan en stationär stålkonstruktion anbringas, med hjälp av en klubba och lim, dammtätningsduken med klämlister mot siktens sidor, pålastande enhet och till stupet under sikten. Även fraktionsstupen ansluts till silo eller bandtransportör med samma metod.
Metoden presenteras i avsnitt 6.1 generellt och dammtätningsmetoder.



Bilden visar en komplett kapslad siktstation med Trellex dammtätningssystem Animation: Metso Minerals AB

Bild på en dammkapslad tredäckad vibrationssikt ansluten till filter typ centralfilter för hela anläggningen
Foto: Sandvik Rock Processing AB

Dammtätningsduken över sikten hakas på och hålls fast av dukens elasticitet mot det stationära stativet. Metoden tillåter att siktens drivanordning och fjäderpaket blir åtkomliga utan demontage. Siktens funktion kan kontrolleras visuellt utan hjälp av verktyg genom att den täckande duken hakas av.



1. Kapslingsstativets topparmsbåge
2. Dammtätningsgummiduk
3. Klämlist
4. Handtag
5. Topparmsprofil med fläns
6. Fläns
7. Siktsida
8. Finmaterialstup

Bilden illustrerar dammtätningssystemets komponenter och funktion. Förutom raka klämlister finns även hörnlister för horisontell och vertikal installation. Notera att systemet används även för stationära installationer och för täckning av liknande ytor. Animation: Metso Minerals AB

Underhållsarbeten inne i sikten kan utföras utan demontage av tätningen. Beroende på typ av sikt förekommer varianter på installation och utförande.

Metoden kan också användas på befintliga enheter men då kräver installationen att montageflänsarna utförs enligt leverantörens anvisningar. Bäst är att tätningssystemet levereras/anpassas av siktleverantören men metoderna tillåter i princip att tätningen installeras på befintlig maskin.

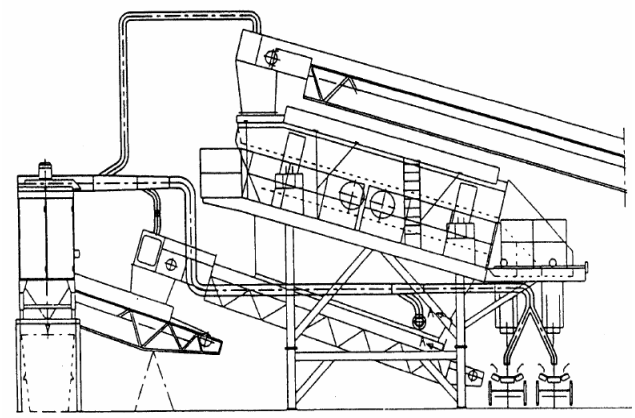
Att med svetsning installera montageflänsarna medför risk för att livslängden på siktens utmattningsbelastade stålkonstruktion, på grund av svetsningen, reduceras med sprickbildning som följd. Tekniken med intermittent svetsning kan reducera risken men då måste svetsmellanrummen tätas med flexibel tätningsmassa.

En ny sikt rekommenderas bli beställd kapslad eller förberedd för kapsling så att montagesvetsning undviks. Bultat utförande tillämpas också men då måste anslutningen tätas med tätningsmassa**.**

På grund av siktars arbetsprincip, att kasta materialet uppåt framåt, frigörs damm i materialflödet men om installationen kompletteras med ett undertrycksskapande filtersystem förhindras effektivt dammspridning från processen. Speciellt viktigt är detta om materialets kvartshalt är hög, dock reducerar tätningssystemets täthet filterkapacitetsbehovet.

På marknaden finns siktar som i grundutförande är kapslade och klara för eventuell avsugning till filter. Troligtvis bör siktar för siktning av fina fraktioner och som har stup/rännor med liten volym alltid vara anslutna till filter.

Exempel finns som visar att om sikten är korrekt kapslad, installerad och underhållen så uppstår inget behovet av filter. Notera att större siktar kräver flera sugpunkter för att korrekt upprätthålla undertrycket se figur nedan.



Figuren visar en siktstation 60/24 kapslad med eget centralfilter. Ritning: Sandvik Rock Processing AB

Bilden visar Mogensen G-sizer, i standardkapslat-utförande. Foto: Fredrik Mogensen AB

6.8 Elevatorer, skruvtransportörer och skraptransportörer

Problem

- Problemen i produktionsprocessen är att identifiera damm- och spillkällor i materialhanteringen och att välja lämplig teknik för torrhantering samt att bestämma teknik baserad på transportgodsets egenskaper.

Krav:

- Kraven är att förhindra utsläpp av spill- och damm genom att från och med inmatning till och med utmatning kontrollera materialflödet så att överfyllnad inte kan skapa utsläpp av spill och damm. Underhållsaktiviteter måste kunna ske normalt dvs. att inspektionsluckor och service- plattformar finns installerade. Kraven är också att arrangera dammtät pålastning och avlastning; fläns eller Trellex/Dustflex tätning.

Tekniklösning för vertikal materialhantering
Skopelevatorer
Skopelevator med tät plåtstomme och av typ lämplig för hantering av det aktuella materialet och fraktion.

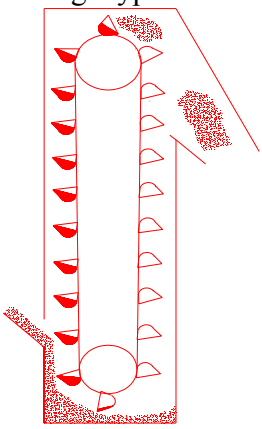
Eftersom, enligt enkäten, bandtransportörer är den dominerande maskinen när det gäller problemet damning och spill, borde de vertikala elevatorerna vara den eleganta material-hanteraren för lyftarbetet. Pålastning och avlastning kan enkelt utföras dammtäta med enkla flänsförband monterade med tätningsmassa.

Men anläggningslayouter utförs, erfarenhetsmässigt och då utrymme finns, med bandtransportörer, vilka kombinerar horisontal och vertikal transport i samma enhet.
Om layoutskapandet tog mer hänsyn till damm- och spillbekämpning borde elevatorer vara populärare.

Elevatorer utförs med band eller transportkedjor/kätting som skopbärare. Bottensektionen kan utföras ”grävande” eller med självjusterande plåtbotten vilket förutsätter att skopan fylls på väg upp och att skopavståndet är så anpassat att skopfyllningen sker kontinuerligt. Detta alternativ är mindre slitande men kräver högre inlastningshöjd.

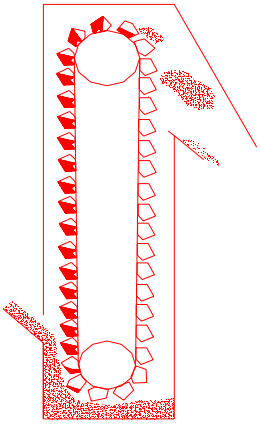
Eftersom elevatorn är tämligen sällsynt i bergkrossverk blir kanske priset högt t.ex. pga. enstycketillverkning. Men troligen prisvärt i jämförd med en bandtransportör utförd med alla de åtgärder som behövs för en rättvis jämförelsen med avseende på damning.

Vanliga typer av elevatorer

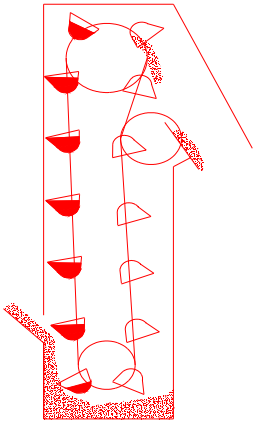


Centrifugalt avlastande band- eller kedjeelevator. Skophastigheten är därför hög. Skopdelningen är 2-3 gånger skopdjupet. Bottensektionen är antingen självjusterande eller har fjäderbelastad axel.

Max styckestorlek 50-75 mm

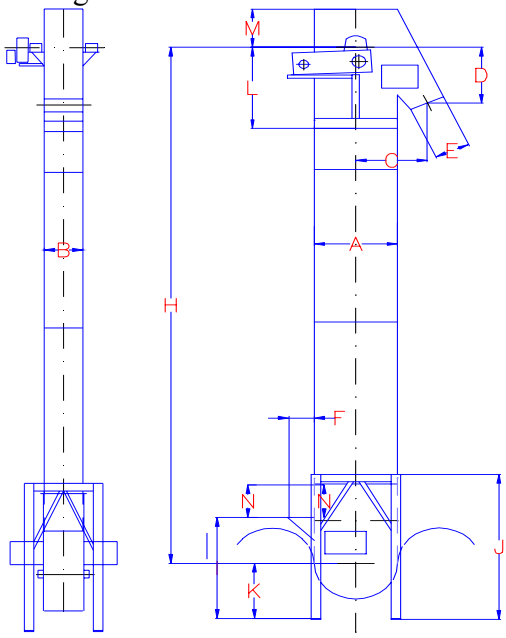


Kontinuerligt avlastande kedjeelevator. Skoporna är placerade så tätt att materialet från en skopa avlastas på bottnen av föregående skopa. Typen används då hög kapacitet erfordras Bottensektionen har fjäderbelastad axel.
Max styckestorlek 100-200 mm

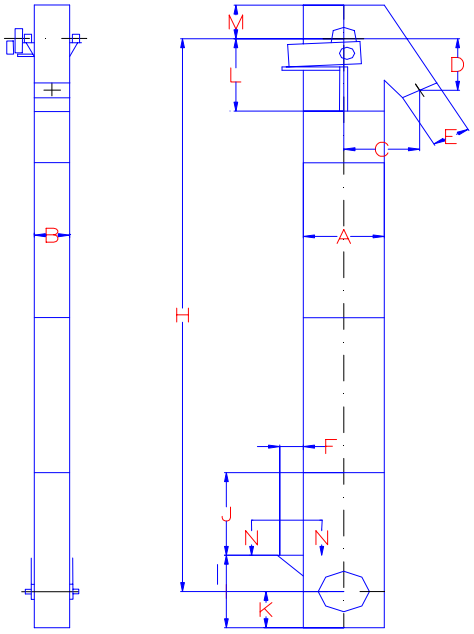


Avlänkat avlastad dubbel kedje-elevator, som är lämplig för besvärligt material. Skop-hastigheten är därför låg. Skopdelningen är 2-3 gånger skopdjupet. Bottensektionen är antingen självjusterande eller har fjäderbelastad axel.
Max styckestorlek 50-150 mm

Vanliga utföranden av elevatorer



Självjusterande botten



Fjäderbelastad axel

Leverantörskontakter
Enbema AB, Örebro. Kellve bulkteknik AB, Kvänum, Metso AB, Malmö, Sandvik AB, Svedala.

Obs listan är inte fullständig

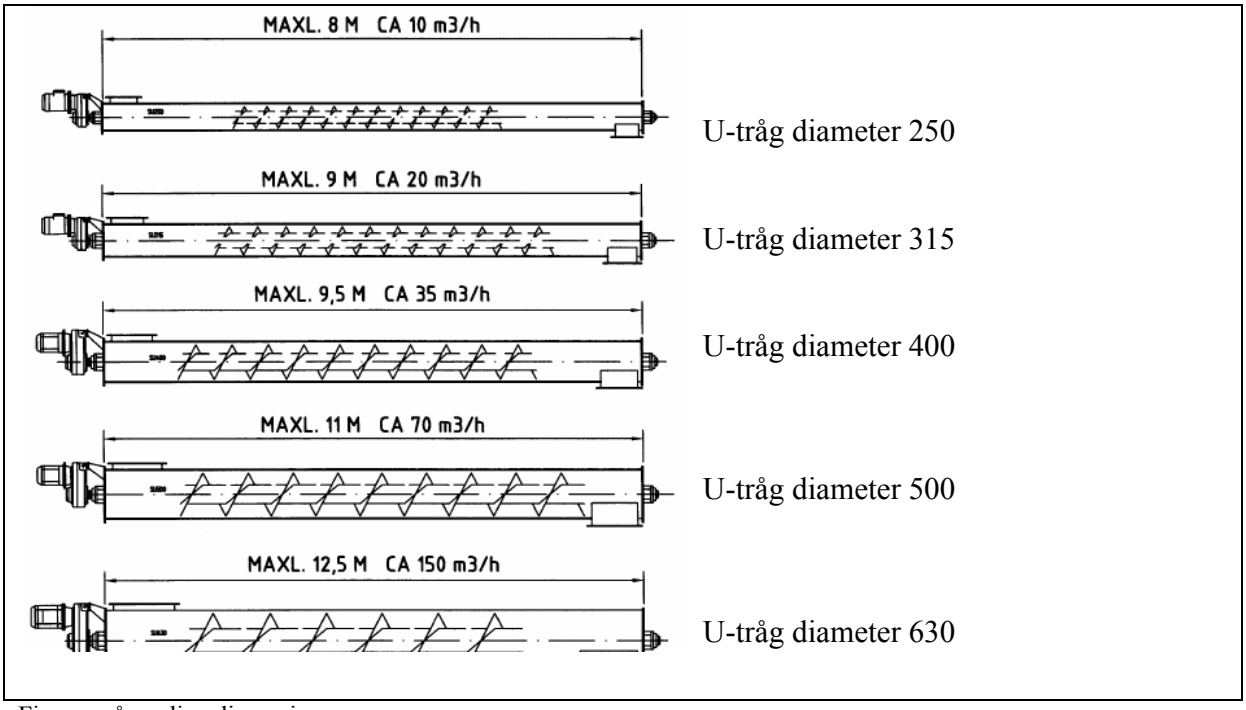
Skruvtransportörer
Problem och krav se elevatorer

Tekniklösning för horisontell och lutande materialhantering
Även skruvtransportören är i sin konstruktion helkapslad och anslutningarna till pålastning och avlastning är dammtäta. Lutande installationer ± 30 grader är möjliga, även vertikala installationer i specialutförande för pulvermaterial förekommer.

Slitaget då transportgodset skruvas fram gör att konstruktionsmaterialet i skruv bör anpassas till transportgodsets slitage index och då endast för moderat slitande gods. Slitaget på tråget är, genom att en materialbädd bildas i tråget, nästan försumbart.

Användningsområdet är vanligtvis korta transporter där utrymmet är begränsat och dammfri hantering krävs.

Behovet av skruvens lagringar begränsar tillverkningslängderna se figur nedan för ändlagrade. Mellanlagringar förekommer men endast för pulvermaterial, och bör undvikas på grund av underhållsbehovet. För långa transporter arrangeras i praktiken skruvar i serie.
Ett urval av ändlagrade, tappväxelmotor drivna transportskruvar.
Angivna kapaciteter är tyckestorleks- beroende och för bulkdensitet 1,6 t/m³



Figurer på vanliga dimensioner.
Ritning: Enbema Teknisk Materialhantering AB

Leverantörskontakter
Enbema AB, Örebro, Kellve bulkteknik AB, Kvänum, Metso AB, Malmö, Sandvik AB, Svedala

Obs listan är inte fullständig

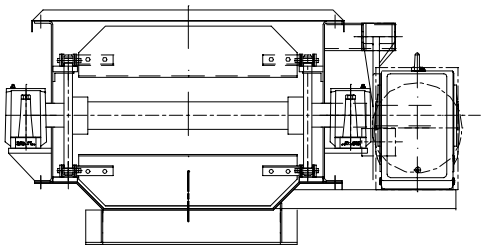
Skraptransportörer
Problem och krav se elevatorer

Tekniklösning för horisontell och lutande materialhantering
Denna typ av materialhanterare är ingen stor produktgrupp. Orsaken är sannolik att finna i arbetssättet, att skjuta fram materialet på en trågbotten. Detta ger om materialet är slitande stort slitage på tråget (slitlister) och kedjor även om transporthastigheten är låg.

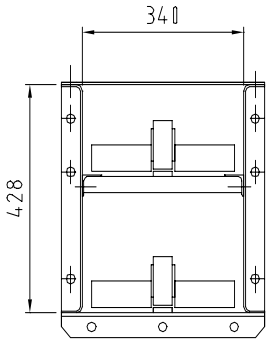
Största användningsområdet är för transport av träflis, biobränslen och avfallsprodukter etc. För mineraler som är lätt slitande kan i specialfall skraptransportörer vara aktuella för längre sträckor och grövre gods än vad som kan skruvas.
Inom verksamheter som massaindustri, värmeverk etc. finns de flesta brukarna av de lätta och medeltunga skraptransportörerna.

Tunga skraptransportörer kan vara aktuella för varmt och slitande gods som inte kan transporteras på normala transportband. Verksamheter som cementindustrin och stålverk finns det största behovet av dessa enheter.

Skraptransportörens fördelar:
Den kan lätt spill- och dammkapslas.
En fördel är att flera på- och avlastningar lätt kan arrangeras.
Den kan gå i större lutningar än vanliga band.



Skiss som visar en tung helkapslad skraptransportör med dubbla kedjor. Ritning ASM, Askersund



Dito en som visar en lätt helkapslad skraptransportör med enkel kedja. Ritning Saxlund AB

Specialfall finns t.ex:
Lamelltransportörer, och sk. bägarverk som kan arrangeras som redler, men för grövre gods.
Redler massflow conveyors som kan arrangeras med olika stigningar (horisontellt- vertikalt-lutande)

6.9 Bandtransportörer

Problem

- I materialhanteringen är enligt ett samstämmigt svar på anläggningsenkäten bandtransportörer den enskilt största spill- och dammkällan. Den är störst med avseende på spill- och dammängd, men också då det gäller utsträckning och omfattning i en anläggning. Mest intensiv är damningen vid pålastningstratten och avlastningsstupet samt vid varje returrulle. Beträffande spill är bilden densamma. Vald typ av åtgärd måste vara varaktig.

Krav

- Transportörens funktion skall vara spillsäker, d.v.s. typ av band, bandbredd och pålastning är så valda och utförda att eventuell bandsnedgång inte leder till spill. Omlastningsstupen skall centrera materialet och vara oberoende av kapacitetsvariationer. Vidare är kraven att bandstyrningsarrangemang samt snedgångsvakter finns, fungerar och meddelar fel till kontrollrummet/processdatorn och att konstruktionen och utförandet av på- och avlastning är spillfritt och dammtätt.

Tekniklösning konstruktion

Att beakta vid konstruktion av nya bandtransportörer:

- Välj bandbredd så att den fria kanten kan ökas, därmed kan också fallhöjden, bandhastighet och bandskador minskas. Se Tekniklösning pålastning.

- Välj ett stabilare band för bättre bandstyrning och avpassat till materialets styckestorlek och densitet. Se tabell ”rekommenderade bandkonstruktioner” och tekniklösning bandstyrning.

- Välj pålastningstratt med släppning och större volym (högre). Trattlängden skall vara minst 4 gånger bandbredden, alternativt 3 gånger bandhastigheten.

- Materialstyrning skall utföras i pålastande stup så att bandet inte påverkas av variationer i materialflödet.

- Returparten skall lämpligen vara täckt, vilket reducerar behov av plog och skyddar bandet mot frostbeläggning samt klämskador vid nedre vändtrumman.

- Bandstyrning av returparten med styrrullar/styrrullställ. Minst ett placerat så att bandet styrs in rätt på nedre vändtrumman. Se tekniklösning bandstyrning.

- Bandrensning med förskrapa och minst en finskrapa.

- Spill och dammuppsamlingstråg under returparten med en ”gles” (fåtal skrapor) skraptransportör för transport till avlastningsstupet eller till separat uppsamling/container. Notera att med en sådan konstruktion öppnas möjlighet för användande av utrymmesbesparande medbringarband.

För transportband refereras ofta till ISO dimensionsstandarder, de nationella standarderna överensstämmer med ISO-standarder.

ISO R 251 bandbredder och breddtoleranser i mm:
Bw (bandbredd) 500 ± 5, 650 ± 6,5, 800 ± 8, 1000 ± 10, 1200 ± 12, 1400 ± 14, 1600 ± 16.

ISO R 251 leveranslängd
Band i öppen längd, beställd längd + 2 % -0,5 %.
Band i ändlös längd, beställd längd ± 0,5 %

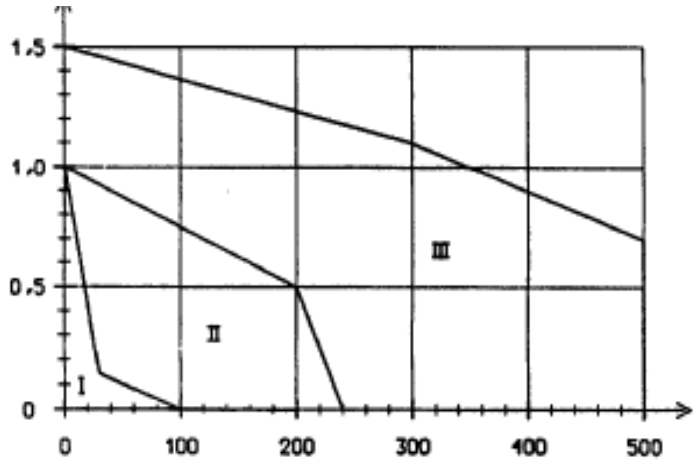
ISO R 583 band och täckplattors tjocklek i mm

DIN 22102 Rakhet i mm
Bw (bandbredd) upp till 800 ± 40 mm, 1000 till 1400 ± 5 %, över 1400 ± 75 mm.

				Rekommenderade bandkonstruktioner			
Bredd mm	Trågvinkel °	Last Kg/m	Volym-utnyttjning	EP 315/2	EP 400/2	EP 630/4	EP 800/5
650	30 45	70 80	100 100	Ja Ja	Ja Ja	Ja Nej	Nej Nej
800	30 45	110 125	100 100	Ja Ja	Ja Ja	Ja Ja	Ja Nej
1000	30 45	160 180	90 90	Nej Nej	Ja Ja	Ja Ja	Ja Ja
1200	30 45	230 230	90 80	Nej Nej	Ja Ja	Ja Ja	Ja Ja
1400	30 45	320 360	80 90	Nej Nej	Nej Nej	Ja Ja	Ja Ja
1600	30 45	420 425	90 80	Nej Nej	Nej Nej	Ja Ja	Ja Ja

Tabellen ger riktlinjer till val av bandkonstruktion med hänsyn till lastens vikt/m.
Bulkdensitet 1,6 t/m³. För tyngre material bör inte maxlasten/m överskridas vid val av tvålags band.
Täckplattor betecknas 3/1, 5/1, 5, 6/2 o.s.v. övre/undre täckplattas tjocklek.
Källa: Trellex, Metso Mineral AB

Godsets egenskaper, fallhöjd och kapacitet måste fastställas och utnyttjas för utformning av godsstyrning, pålastningstratt och slitageskydd, men framför allt för att välja tillräckligt dämpande bandunderstöd i pålastningszonen.



Fallhöjd i m

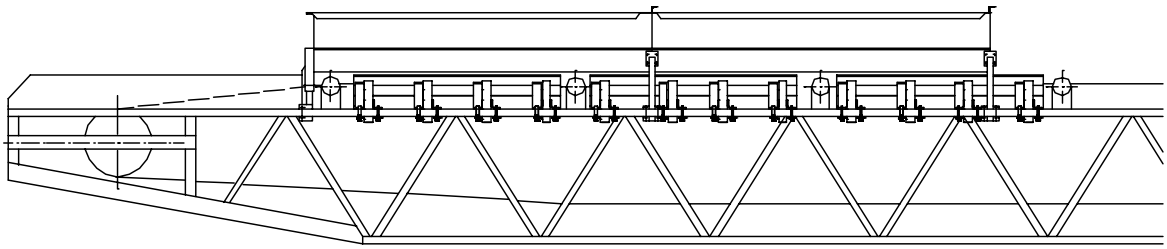
I Stålmantlade rullar
eller glidplan av plast.
II Rullar med dämpringar
III Dämpbalkar höjd min. 75 mm

Styckestorlek i mm
Bulkdensitet 1,6 t/m³

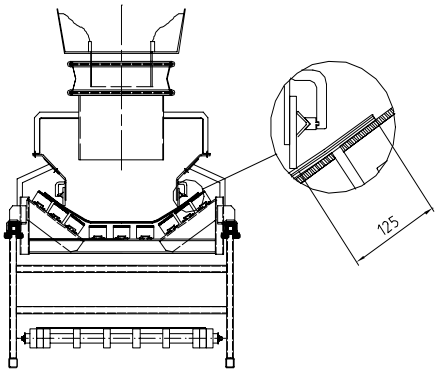
Diagram, dämpningsteknik
Tumregel för fallhöjd, styckestorlek och typ av dämpande understöd.
Källa: Trellex Metso Minerals AB

Tekniklösning transportörpålastning
Välj den bandbredd som passar bredden på pålastande enhet och ger tillräcklig fri bandkant.
Se nedan tekniklösning fri bandkant.

Den direkta orsaken till spill är att bandkapaciteten är större än den pålastande kapaciteten hos matare, siktar, krossar etc. vilka ofta är bredare än den bandbredd som behövs för aktuell kapacitet. Detta leder till val av för smala band och att trattens tätningslist mot bandet placeras för nära bandkanten. Redan vid måttlig bandvandring kan bandkanten komma innanför trattlisten med materialspill som följd.



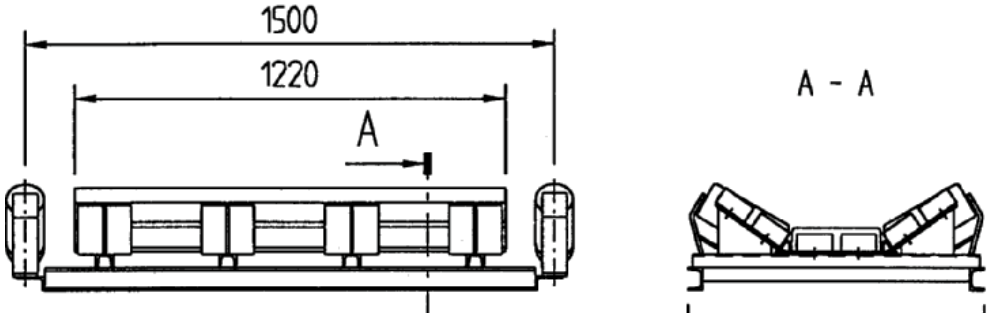
Figuren illustrerar en pålastningstratt, längd och bandunderstöd.
Sektion, se figur nästa sida .
Ritning Kellve Bulkteknik AB



Notera pålastningsstupets mullhyllor och centrering. Figuren visar principiell sektion genom en omlastning samt arrangemang med Trellex/Dustflex dammtätning. Måttet anger rekommenderad minsta fria bandkant
Ritning Kellve Bulkteknik AB

Bilden visar en bra infästnings och justeringsteknik. Inga hål för bultar, inga bultar att lossa. Det enda verktyg som behövs är för montage och justering av anligg mot bandet är en hammare. Trycket mot bandet är gummilistens vikt.
Foto Vendig AB Skara

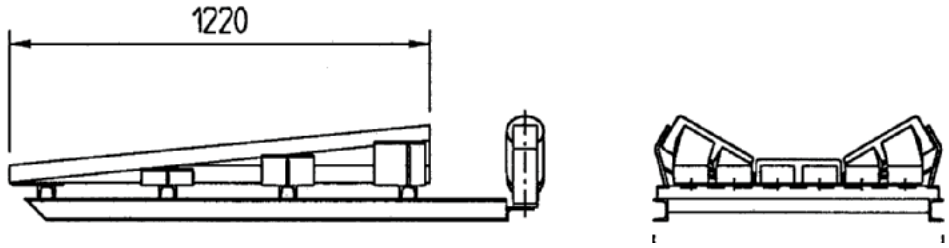
En viktig åtgärd mot spill är att en fast slagbädd installeras, se figur nedan.
Den förhindrar att bandet av lasten trycks ned och lämnar öppningar mellan trattlist och band.
Notera att bredden på de fria kanterna skall vara min 125 mm, vilket inte reducerar bandets kapacitet.



Exempel på slagbädd när pålastning sker efter fullbordad uppkupning
Den korrekta längden av kupningsövergången är L≈1, 2xBw.

Ritning Metso Minerals AB

Ofta är utrymmet bakom transportörens pålastningsände så begränsat att även kupnings-övergången, från 0 till 30 graders bandkupning, måste utnyttjas för pålastning, vilket är en betydande tätningssvårighet.



Exempel på slagbädd när pålastning sker under uppkupning
Den korrekta längden av kupningsövergången är L≈1, 2xBw.

Ritning Metso Minerals AB

Tekniklösning bandkant mot spill
Nuvarande fri kant är vald endast mot lastprofilens bredd. Tabellvärdena för kapaciteten är baserade på en belastad bredd= 0,9 x Bw- 0,05 m, vilket för Bw= 800 ger lastbredd 670 mm och fri kant 65 mm.

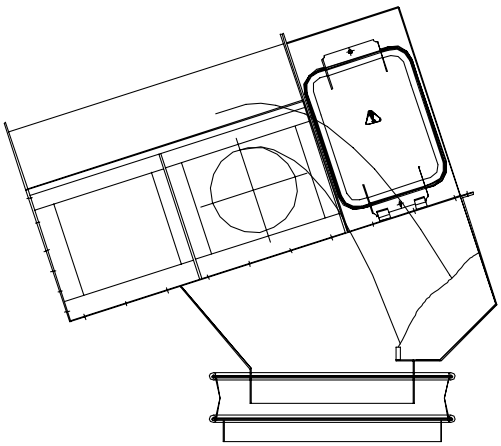
Denna fria kant reduceras av bandtoleranserna ovan med (8+40)/2 = 24 mm eller ca. en tredjedel till 41 mm vilket kräver 0 bandvandring (snedgång).

Allmänt bekant är att intrimning och styrning av bandet, så att spill vid pålastningen elimineras, är det omöjligast konst.

För att eliminera risken för spill vid normal och kontrollerad bandvandring måste den fria bandkanten ökas till 125 mm inklusive bandtoleranserna.

Orsaken till bandvandring, utöver bandtoleranserna, är konstruktiva misstag, stora installationstoleranser och variationer i materialflödet, vilket är synnerligen märkbart i vinkelomlastningar.

Tekniklösning avlastning
Ur damningssynpunkt måste stup ha stor volym, vara täta och ansluta dammtätt, med Trellex/Dustflex, till efterföljande enhet. För att en bestående täthet skall upprätthållas måste tillgänglighet för inspektion och underhåll vara beaktad med plattformar, luckor och lätt demonterbara sektioner. Om materialstyrning skall ingå i stupet skall det vara oberoende av kapacitetsvariationer samt ha effektivt slitskydd.

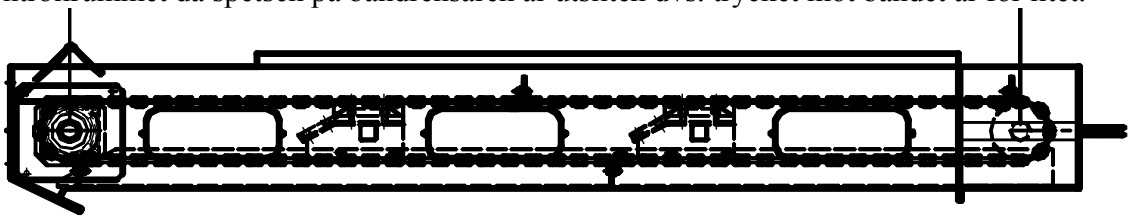


Grundkonstruktionen som oftast är transportörens drivände kompletteras med takenhet, dammhuv med inspektionsluckor. Dessa enheter är standardkomponenter. Stupet är som regel specialkonstruerat för sin uppgift, dock skall dammtätningen mellan avlastande- och på- lastande enhet vara typ Trellex/Dustflex.
Bildunderlag Kellve Bulkteknik AB

Bakåt skall stupet eller avlastningsänden täcka minst en meter eller mer av transportörens sidor, se maskindirektivets säkerhetsregler, samt baktill ha en gummiridå så att den fria arean minimeras, givetvis skall även arean mellan bandparterna minimeras. Anslutning till transportörens tak och sidovindskydd skall finnas.

Tekniklösning bandrensning
Trots ovan angivna utföranden kommer den diffusa damningen att bli mycket betydande mest pga. av spill från transportörernas underpart, returrullar och bandrensare.

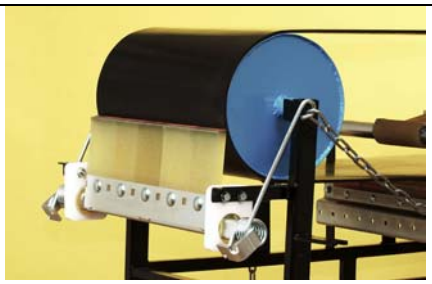
Lösningen är en multipel bandrensarenhet med en skraptransportör som återför spill till materialflödet. Detta är en installationsberoende enhet anpassad till svåra uppgifter.
Vidare skall bandrensare vara försedda med en sensor som ger signal ”felmeddelande” till kontrollrummet då spetsen på bandrensaren är utsliten dvs. trycket mot bandet är för litet.



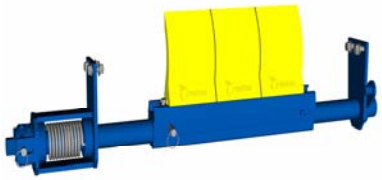
Skraptransportör för uppsamling av spill från bandrensare
Spillet återförs till avlastningsstupet eller till annan uppsamling. Den kan också användas heltäckande under reversibla transportörer och göra behovet av bandrensar överflödigt.
Ritning Kellve Bulkteknik AB

Bandrensningsuppgiften är omfattande som följande beräkning visar :
Antag att en transportör har bandbredd 1 m, bandhastighet 1,6 m/s, då skall per skift (8h) 43 200 m² = 4,32 ha rensats. Jämförelse: Med en 4-skärig plog plöjer en lantbrukare ca 4 ha på samma tid.

Normal används i dag en förskrapa, som i vissa fall kompletteras med en finskrapa båda med hårdmetall spets. Med nytt skrapblad är funktionen bra men inte fullständig och bladet slits med försämrad funktion och betydande underhållskostnad som följd. Skrapeffekten kan ökas med hårdare ansättning men då ökar också risken för bandskador dramatiskt.



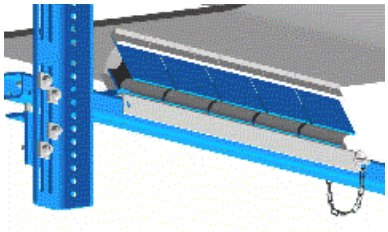
Vendig förskrapa



Metso/Trellex förskrapa

Sandvik/Roxon förskrapa

Metso/Trellex finskrapa



Sandvik/Roxon finskrapa

Vendig finskrapa

Bilden visar tre leverantörers bandrensare, representerande företagens val av bäst tillgänglig teknik.
Notera att alla bandrensare skall ha hårdmetallspets för rimligt lång livslängd.
Foto: respektive företag

För vissa material kan en roterande bandrensarrulle, monterad under bärparten nära bakom avlastningstrumman, ge bra effekt. Rullen drivs av bandet och har ”lyftare” som vibrerar bandet så att materialets kompaktering och addition till bandet bryts, materialet ”uppluckras”, för att lättare lämnar bandet då det passerar över avlastningstrumman. Rullens vibrationer ger upphov till ljud som kan vara besvärande, men kan minskas med speciella monteringskonsoler.

Bandrensarrulle Foto Vendig AB

Bandrensning har varit föremål för många idéer, innovationer, konstruktioner och misslyckanden. Med fokus på åtgärder mot spill och damning framträder klart behovet av en ren returpart. En ren returpart eliminerar damning från returrullarna och är som åtgärd realistisk, även om slitage och skador på band binder material som sedan valsas av vid varje returrulle.

Tyvärr är existerande bandrensar system och användning inte tillräckligt för att konstant och effektivt hålla bandet tillräckligt rent. Mängden av det på bandet kvarsittande materialet kan reduceras med fler bandrensare. Bandrensare med hårdmetallspets motstår slitage och behåller därmed god funktion under bladens livslängd och reducerar kostnaden för både blad och underhåll.

Förskrapans placering inne i avlastningsstupet på trummans framsida gör den åtkomlig genom stupets inspektionsluckor. Finskrapans placering under trumman försvårar effektivt underhåll även om avancerade inspektionsluckor installeras. Alternativt kan finskrapan placeras längre bak om ett uppsamlingsstup för spillet kan arrangeras eller bli uppsamlad av en skraptransportör, se figur ovan. Skraptransportören, transporterar spillet till avlastningsstupet, och spilltransportörens gångtid skall styras med en inställbar timerfunktion.

Tekniklösning bandstyrning
Valet av bandkonstruktion styr transportörens mekaniska utförande. För god bandstyrning välj lägst EP 400/2-5/1,5.

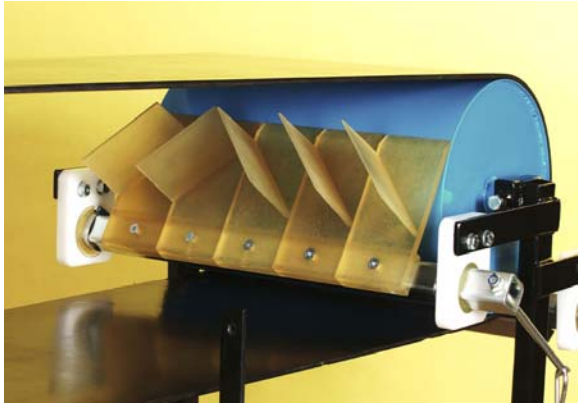
Behovet av bandstyrning kan minskas om orsakerna till snedgång reduceras, men kan troligtvis inte gå att eliminera helt.

De vanligaste orsakerna till snedgång är:

- Ocentrerad pålastning och kapacitetsvariationer.
- Otillräckligt stabil och tung bandkonstruktion se tabell ovan. Bandval skall göras enligt bandleverantörens rekommendationer baserat på Arbetsspänning, gods- egenskaper och driftsförhållanden.
- Bandskada orsakad av felaktig uppkupning gör att bandkanterna töjts över sin sträckgräns och blir spänningslösa. Rätt uppkupningslängd är för uppkupning till 30º ca. 1,2 gånger band bredden
- Felaktig vulkad bandskarv (ovanligt fel).
- Vindpåverkan om tak och vindskydd saknas.

Taksektionerna är delade och halvan mot gångbanan är öppningsbar och kan fästas i öppet läge.
Sidovindskyddet monteras på den sida som vetter mot den vanligaste vindriktningen.
Foto Kellve Bulkteknik AB

- Mekaniska fel t.ex. påbakning på ändtrumma utan trumrensning, rullar och rullställ är inte korrekt uppriktade eller blivit ”snedknackade” vid försök att korrigera snedgång. Vriden utkragad obalanserad transportörram.



Bilden visar en trumrensare för ändtrumma.
Foto: Vendig AB

Tak och vindskydd
Foto: Vendig

Observera att korrekt bandspänning är en viktig förutsättning för bandstyrning, minimering av spill etc. Rekommendationen är att bandet förspänns för max. 1 % nedhäng mellan rullställen. Normal rulldelning är för bärpart 1,0 m och för returpart 3,0 m.

Metoder att med tryck mot bandkanten, med t.ex. kantrullar, kontrollera/styra bandet leder allt för ofta till bandskador. Det finns dock många hjälpmedel för bandstyrning, bra exempel är:

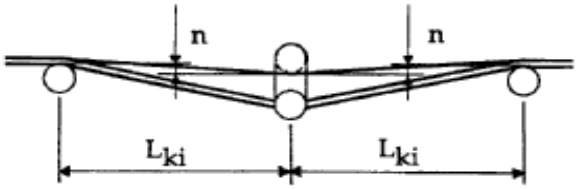
INSTALLATIONSMÅTT – STYRRULLSTÄLL

Bandbredd	Avstånd L_{ki}, mm, vid kupning λ°		
mm	15°	20°	(30°)
500	570	690	920
650	700	850	1160
800	810	1000	1350
1000	970	1210	1670
1200	1110	1400	1930
1400	1280	1610	2250
1600	1430	1820	2540
1800	1590	2020	2840
2000	1730	2210	3120
2200	1910	2440	3460
2400	2030	2610	3690
t = 10 mm, n = 20 mm, ∂ = 0,6 %			

För den som av olika skäl vill välja andra mått eller böjningar kan följande formel användas:

$$L_{ki} = \sqrt{\frac{(h+t+n)^2 - n^2}{\left(1 + \frac{\partial}{100}\right)^2 - 1}}$$

L_{ki} = avstånd mellan inverterat rullställ och plana returrullar (mm)
h = kupningsdjup (mm).
t = bandtjocklek (mm).
n = nivåskillnad mellan inverterade rullställets mittrulles underkant och returrullarnas ovankant (mm).
∂ = vald tilläggstöjning i bandkant (%).



Styrrullställ för underpart
Källa Trellex Metso AB

Alternativt den som visas nedan och som kallas Belt Pilot. Den ersätter en returrulle och är därför lätt att installera.

Belt Pilot för underpart
Foto: Anders Lindahl

Rullen är lagrad i rullens mitt.
Foto: Anders Lindahl

6.10 Öppna upplag

Problem

- Alla krossverk, bergkrossning, grus- och sand sortering och mineralverk måste av orsaker som planering av produktion, leveranser etc. lagra produkter i öppna upplag. Efterfrågan och kvalitetssituationen kan också resultera i att vissa fraktioner tidvis måste lagras i upplag.
- Speciellt upplag som innehåller finmaterial kan ge stor diffus damning om upplagen ligger exponerade för vinden och/eller är för höga. Placeringen av upplagen måste göras med beaktande av de vanligaste vindriktningarna och eventuell närliggande bebyggelse. SMHI har kapacitet att ange lokalt förhärskande vindar samt föreslå lämpligt vindskydds arrangemang. Årstidsväxlingar med torra eller frusna perioder ökar kraftigt upplagens källstyrka.
- Observera att luftburet damm kan kontaminera t.ex. tvättade fraktioner. Därför bör de för dammkänsligaste fraktionerna lagras i silos eller i tält.

Krav

- Kraven är att identifiera damm och spillkällor och att välja den teknik som är en varaktig åtgärd mot damning. Vidare måste upplag för långtidslagring av ”skrot” material kunna täckas och planteras med mark- täckande växter. Detta gäller i första hand för gruvor och mineralverk.

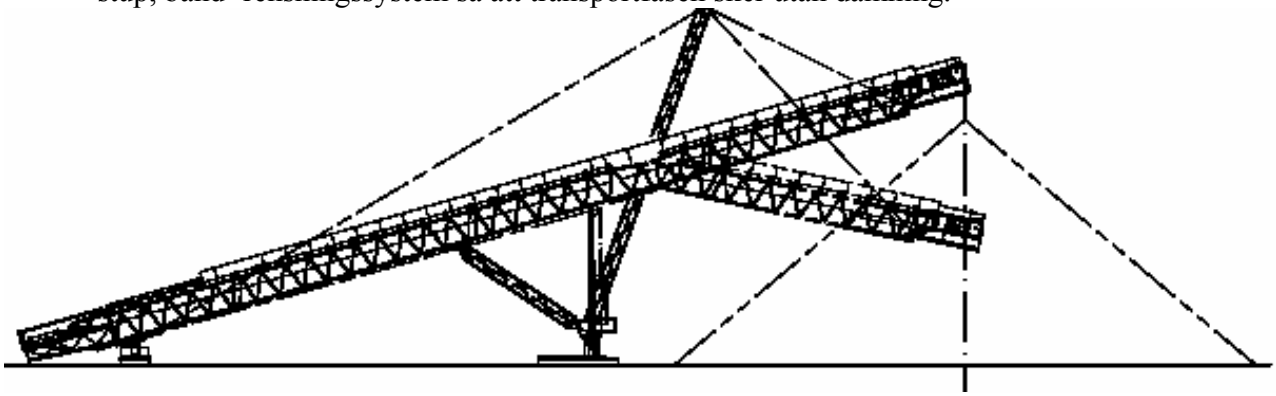
Möjliga dammbegränsningsåtgärder.

Skydd mot vind kan t.ex. vara en bergvägg, skyddsvall, plank, skog, andra upplag och hus. Inlastning till upplag är den primära dammkällan och sekundärt damning från vindutsatta do. Utlastning med lastmaskin till leveranstransporter utgör tidvis en stark dammkälla dels från hjullastare dels från bilarna men också från ras i upplaget.

Genom begränsning av materialets fallhöjd från inlastare till upplag kan dammspridningen reduceras betydligt. Att utföra detta endast genom ballansering av inlastning och utlastning är inte praktiskt möjligt utan måste arrangeras med automatiska metoder.

Tekniklösningar

- Begränsning av upplagshöjden med radiala inlastare som under automatisk kontrollerad förflyttning avlastar till upplagets rassida. Samtidigt kan utlastning ske från upplagets andra ände. Självfallet gäller att inlastande transportör är korrekt utrustad med kapslingar, stup, band- rensningssystem så att transportfasen sker utan damning.



Radial utlastare med höj- och sänkbar främre del
Ritning BMH Kellve AB

- Den metoden kan med fördel kombineras med teleskopiska stup.
- Dessa arrangemang gäller också för stationära inlastare. Se bilder nedan

Teleskopstup Sandvik Rock Processing AB
Foto Anders Lindahl

Teleskopstup Metso Minerals AB
Foto: Anders Lindahl

- Utlastning av 0-fraktioner till fordon kan med fördel arrangeras med tunnelmatare och bandtransportör med kapslad teleskopavlastning. Arrangemanget kan kombineras med bevattning.

- Att vattenbegjuta upplaget kan vara en möjlighet i kombination med bevattning av planer och vägar, dock måste bevattningen av upplag ske med någon form av sprinkler eller vattenkanon. Med tillsats av någon lämplig kemikalie t.ex. DustCon kan effekten av behandlingen förlängas avsevärt.

Kapsling med hjälp av tälthall
Källa till detta kapitel: Jakob Lidén, Examensarbete Damning i bergtäkter

Att förvara material i tält är en bra teknisk lösning om materialet t ex skall användas som filler i asfalt. Då behöver materialet hållas torrt för att minska energiförbrukningen i asfaltverket. Torrhållning kan leda till en besparing av 0,8 liter olja per ton asfaltmassa för varje procent fukt i materialet. För täckning är ett enkelt tält lämpligt att använda. Kostnaden för ett tält varierar naturligtvis beroende på storlek. Ett tält som är 10x36 m och har en sidohöjd på 6 m, kostar ungefär 250 000 SEK, exklusive montering och markarbeten. Tältet bör även förses med någon form av invändiga betongmurar för att kunna lagra maximal volym, en kostnad som också tillkommer.

Nedan visas möjliga besparingar vid olika årsvolymer och sänkningar av fukthalten. Tabellen bygger på att 40 % av produktionen består av stenmjöl och att 1 liter eldningsolja åtgår för avdrivning av 1% fukt.

Tabell Kostnadsbesparing (SEK) i relation till producerad årsvolym och minskad fukthalt

	Minskning av fukthalt, [%]						
Årsproduktion	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**	**3,50**	**4,00**
50 000	48 000	72 000	96 000	120 000	144 000	168 000	192 000
75 000	72 000	108 000	144 000	180 000	216 000	252 000	288 000
100 000	96 000	144 000	192 000	240 000	288 000	336 000	384 000
150 000	144 000	216 000	288 000	360 000	432 000	504 000	576 000

De besparingar som visas i tabellen bygger på att fukthalten sänks i allt material som används, vilket kanske är svårt att göra. Alla asfaltverk har olika förutsättningar vilka måste beaktas. Tabellen tydliggör dock vilka potentiella besparingar som går att göra.

Finare fraktioner kan förvaras i tält för att begränsa den diffusa damningen. Materialet kan då lastas in via en bandtransportör. Vid hanteringen kommer den diffusa damningen begränsas, även om damningen i tältet kan bli betydande på grund av att materialet är torrt.

På grund av kostnaden för tälten, kan det i många fall vara svårt att motivera investeringen. Om kostnaderna för energibesparingar kan väga upp kostnaderna för ett tält så är det ett bra sätt att begränsa den diffusa damningen.

Stålhall
Foto: Borga Plåt AB

Tälthall
Foto Klippan Industri AB

Leverantörskontakter
Källa: Jakob Lidén, Stockholm
Inlastare: Kellve Bultteknik AB, Kvänum, Möckeln AB, Älmhult, Metso AB, Malmö, Sandvik AB, Svedala.
Teleskopstup: Metso AB, Malmö, Sandvik AB, Svedala, Tomca Maskin AB, Vallåkra
Tälthallar: Jonsered Miljö, Borga Plåt AB, Klippan Industri AB
Kemikalier: BioCare AB, Blomstermåla

Obs listan är inte fullständig

6.11 Diffus damning

Problem

- Problemen med diffus damning är att damm inte kommer från dammkällorna i produktionsprocessen utan från kringliggande aktiviteter som fordonsrörelser och naturens aktiviteter, vindens angrepp på täktområdet och dess oskyddade materialupplag. Den damningen inte endast belastar arbetsmiljön utan kan även vara en belastning på miljön utan för täkten.
- Ett annat problem är att damm inom täkten följer med utgående transporter och kan av grannar upplevas som skadlig och obehaglig för företag och privatpersoner.

Diffus damning från upplag

Krav

- Kraven är att förbättra arbets- och omgivningsmiljön med åtgärder mot damning och att vald teknik inte bara skall skydda miljön utan även minska slitage på maskiner och fordon. Åtgärderna skall vara varaktiga och energibesparande.

Dammbekämpningsmetoder och generella synpunkter

Här gäller i princip även det som redovisats tidigare men kombinationen inlastning till upplag och stark vind kan skapa betydande olägenheter såväl inom som utanför täktgränsen. Material med stor andel 0-fraktion typ 0-2, 0-4, 0-18 etc. samt spill från materialhanteringen måste ges särskild uppmärksamhet i dammbekämpningen.

Bekämpningsmetoderna lämpliga för den diffusa damningen skiljer sig betydligt mot dem som gäller för produktionsprocessen.

Tekniklösning

- Silos eller tält i stället för öppna upplag för 0-fraktioner.
- Placering av upplagen. SMHI kan ge beskrivning av det lokala vindspridnings-mönstret/området samt utarbeta förslag på skyddsåtgärder t.ex. mednaturliga och/eller tillverkade vindskydd.
- Vindskyddad inlastning med teleskopstup eller höj och sänkbara transportörer.
- Låg upplagshöjd.
- Eliminera spill och damm från transportörer och fordon.
- Vatten med kemikalietillsats.

Silor kan utrustas med kapslad in- och utmatning vilket utesluter damning. Med kännedom om att varje fraktion som inte tvättats innehåller damm, vore det idealiskt att ha alla fraktioner i silos. Dock blir kostnaden för stor om den inte kan motiveras av behov som omkrossning, kalldossering eller utlastningsförhållanden. Materialen hålls torra så Silofilter (filter utan fläkt) kan behövas för att eliminera övertryck vilket kan pressa ut damm.

Tält eller byggnad kan utrustas med kapslad bandinlastning men utlastning sker oftast med hjulkastare till fordon utanför. Materialen hålls torra, vilket också betyder att damningen inne i tältet är stor vid inlastning och utlastning. Filter bör övervägas.

Att material hålls torra kan betyda en väsentlig energibesparing t.ex. i asfalttillverkning.

Plåt- eller tälthall
Foto: Borga Plåt AB

Vindskydd, naturliga typ bergvägg, skyddsvall, träd och buskar, eller tillverkade typ plank eller mur kan i kombination med lämplig upplagsplacering och upplagshöjd vara en tillräcklig lösning om den förhärskande vindriktningen ger olägenheter. Dessa skydd kan också dämpa buller. Andra dammbekämpnings metoder är vatten eventuellt med kemikalietillsats, övertäckning mm.

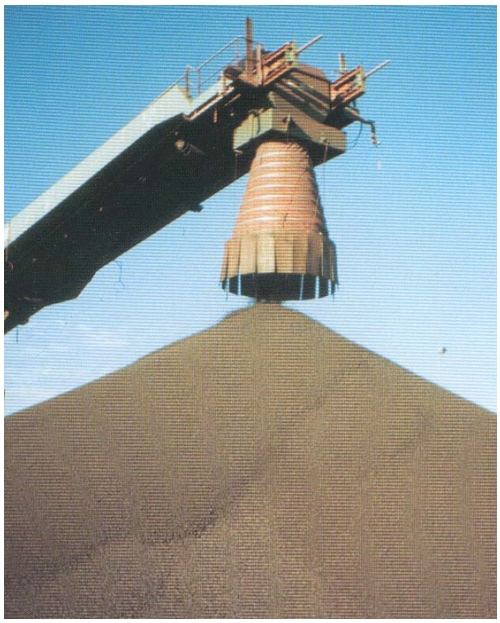
Exempel på metoder för inlastning
Teleskopstup kan användas inte bara mot damning av (0-fraktioner) utan medför även en reducering av materialsegregering. Notera att vikt och vind ger betydande extra belastning på stålkonstruktion för den inlastande bandtransportören, vilket kan vara ett hinder för installation på befintlig transportör.

Stupet skall ha nivåvakt för automatisk följsamhet till upplagets höjd.

En höj- och sänkbar transportör har ungefär samma funktion som ett teleskopstup. Den skall ha nivåvakt för automatisk följsamhet med upplagets höjd. Därmed reduceras inte bara damning utan även materialsegregering och självkrossning. Installeras dessutom transportören svängbar ökas upplagsvolymen alternativt kan upplagshöjden minskas.

.

.



Bilden till vänster visar en radialt lagerinlastande bandtransportör som installerades på 70-talet för att skonsamt hantera en 50-80 fraktion diabas, råmaterial för stenullsproduktion. Anläggningen där inlastaren installerades ligger i ett känsligt urbant kustområde, därför utrustades transportören täckt för att förhindra spridning av luftburet damm. Inlastarens materialhanterande funktion och dess miljöskyddande funktion motsvarade förväntningarna.
Foto: Anders Lindahl.

Bilden till höger visar en inlastare med teleskopstup
Foto Tomca Maskin AB

Exempel på metoder för utlastning
Hjullastare är den vanligaste utlastningen till fordon. Damning uppstår dels av lastarens rörelser, skop- fyllning och tömning, dels då materialet i upplaget glider nedåt. Bekämpningsmetoder är svåra att tillämpa. Vatten avdunstar eller lastas ut, men arbete i lä för vind kan vara en möjlighet.

Lastning av relativt torrt 8-11 bergkrossmaterial. Ungefär halva skoplasset har tippats. Damningen är betydande. Foto: Jakob Lidén

Siloutlastning däremot kan göras mindre dammande genom vindskydd, teleskopstup som minskar fallhöjden och vindangrepp, men helst ha anslutning till täckta fordon.
I svåra lägen bör stupet anslutas till filter. Doseringsmatare till kalldosering eller omkrossning bör utföras kapslade och eventuellt förses med filter.

Tunnelutmatare med transportör är en variant som används för upplagsutmatning till sekundär krossning och kan utföras kapslad. I kombination med de upplagsinlastande teknikerna ovan samt kapsling till transportör och kross blir dammbekämpningen bra.

Tunnelutmatar systemet kan för reducerad damning appliceras på all upplagsutlastning. Den är mindre flexibel än hjullastare men kräver mindre arbetskraft, samtidigt som mängden spill från skopan uteblir.

Spill vid utlastning
Spill är ett genomgående problem, se kapitel 3, men kan reduceras.

Arbetet med att städa är ett Sisyfosarbete. Det var den sluge Sisyfos, som överlistade själva djävulen, men straffades med att dagligen rulla ett stenblock uppför ett berg, men om natten rullade blocket ned igen, varför Sisyfos varje morgon fick börja om med stenblocket.

Transporter med fordon
Inom täkten kan damningen bekämpas med asfaltering, som gör körfält lättstädade med maskiner, dammsugare. Utanför de asfalterade körfälten kan dammbekämpning ske med bevattning och eventuellt med tillsatskemikalier t.ex. DustCon.

Fordon, som skall lämna täkten, måste rengöras för att inte smutsa ned och damma på de allmänna (asfalterade) vägarna utanför täkten.

Problemet förvärras om fordonen först måste köra på en grusväg utanför täkten eftersom den vägen vid regn blir våt. :Material från vägen följer då med ut, torkar och dammar. Att skilja på vad som kommer från täkten eller från vägen blir omöjligt, men täkten kan bli ansedd att vara boven.

Att lasten inte dammar och att fordonet är rent är kravet. Lösningen är att när fordonet lämnar täkten passerar det en lastbefuktning, hjul- och underredstvätt.

Därefter, men före asfaltvägen, kör den över en fast rist som skakar loss material från fordonet. Ordningsföljden mellan rist och lastbefuktning varierar beroende på täktens layout.

I stället för befuktning av lasten kan fordonen förses med lasttäckning se foton nedan.

Bildsekvensen talar för sig själv, dock kan tilläggas att föraren med en handvev öppnade och stängde lastflaket. Noteras kan att bilderna är tagna på en mycket central byggplats i Torremolinos Spanien. Lastbilen en Volvo FH. Foto Anders Lindahl

Jakob Lidén har i sitt examensarbete Damning i bergtäkter följande fotodokumentation

Dusch för vätning av last. Duschen kontrolleras med fotocell.
Det är dock upp till föraren att se till att fordonet körs långsamt igenom för att vätningen av lasten skall bli tillräcklig.

Spridning av natriumklorid NaCl med lastbil utrustad med spridare. Kastbredden är ungefär 12 meter

Här ses ett arrangemang med två tvättar. Den här modellen tvättar även sidorna på lastbilen såväl som skärmar och hjul. I den högra tvättas en dragbil med semitrailer.

Här ses en lastbil som sakta passerar genom tvätten. Underrede, sidor och hjul tvättas effektivt och ingen smuts kommer att föras vidare ut på vägen.

Här är ett enklare arrangemang med två rader med fyra högtrycksmunstycken i varje.
En liknande hjultvätt kan enkelt tillverkas själv med fyra dysor ihop kopplade med rör.

7. KOSTNADER

7.1 Generell kostnadsanalys vid investering - energirelaterad

I kalkylen för en investering i en ny täkt eller en investering i ny utrustning för en befintlig anläggning bör ingå en analys av kostnadskontots underrubriker. Kortsiktigt belastas investeringskostnaden, men det lönar sig att bedöma långtidseffekten av energi- och underhållskostnaden, avskrivningar mm. Sannolikt balanseras kapitalkostnaden väl av besparingarna.

Materialhanteringskostnader, antalet maskiner, drivmedel, slitage, underhåll och reparationer, personal mm analyseras:

- Kan anläggningen eller delar av den arrangeras så att tömning, utlastning till bilar och eventuellt asfaltverk kan ske med fast materialhantering
- Kan drivmedel- och personalinsatsen reduceras
- Finns sannolikhet för lägre energikostnad

Kan åtgärder mot damning genomföras så att:

- Behov av filter minimeras vilket sänker den totalt installerade eleffekten
- Behov av spilluppsamling minimeras vilket reducerar maskin- och personalinsatsen
- Behov av reservdelar, underhåll och reparationer minimeras
- Sannolikhet för lägre kostnad för energi och personal finns

En bedömning bör göras av eventuella kostnader för uppgradering av arbets- och omgivningsmiljön som följd av miljökrav från samhället. Sådana uppgraderingskostnader blir väsentligt högre för redan installerade enheter än för nyinstallation av enheter.

7.2 Aktuell teknik och kostnad för uppsamling och transport av spill och damm

Sex företag i branschen har kontaktats och med dessa har diskuterats aktuell kostnad orsakad av spill i processen. Med spill avses, för bergkrossverk, allt spill som uppstår vid överfyllnad i stup, på- och avlastning mellan maskinenheter, bandrensning, rensning för underhållsarbeten. Men även spill i materialhantering från lastmaskiner, bilar och silor etc.
Problem- krav- teknik- kostnad är relaterad till en årsproduktion.

De vanligaste spillkällorna är relaterade till bandtransportörer och utlastning/tömning.
Mängden spill är årstids relaterad.
Metoder som används för uppsamling och transport är dels maskinella med hjullastare utrustade med specialverktyg, t.ex., långskopa och skrapa dels manuell med handverktyg. Vissa anläggningar har eller hyr in lastmaskiner typ Bobcat och sopmaskiner.
Spillet återföres ibland till processen men blir oftast skrot.

Av totalkostnaden för spillhanteringen är maskinkostnaden den dominerande delen relationen maskin/manuell varierar från 3/1 till 12/1.

För de tillfrågade företagen varierar årsproduktionen från ca 900000 ton till 150000 ton och kostnaden för spillhanteringen från ca 40-50 öre/ton till ca 15 öre/ton.

Den lägsta kostnaden tycks bero på att produktionen endast pågår från april till och med november.

Om produktion eller delar av den sker inomhus, vilket är vanligast vid produktion av industrimineral, utförs en stor del av städningen manuellt så blir ändå kostnaden densamma ca 50 öre per producerade ton.

Man är medveten om att det finns ytterligare kostnadskomponenter t.ex. material som skrotas, slitage på maskiner, extra noggrann städning för service och reparationer, belastningen på arbetsmiljön mm.

Förutom spillhantering diskuterades följande med företagen:
Interna transporter mängd, fordon och om delar av den kan ersättas med fasta energisnåla transportanordningar.

Utlastning bulk till bilar och till asfaltverk sker huvudsakligen med lastmaskin. Kostnadsrelationen mellan elenergi och dieselenergi är ca. 50-50 %. Förbrukningen av elenergi är knappast påverkbar, men förbrukningen av diesel skulle i vissa anläggningar kunna påverkas positivt genom arrangerande av direktmatning med bandtransportör till asfaltverket. Man indikerar att antalet lastmaskiner kan minskas.Uppgifterna är naturligtvis antaganden/gissningar, men har dock bedömts som professionella.

7.3 Bedömning av merkostnaderna för åtgärder mot damning

Det är inte meningsfullt att beräkna kostnader för åtgärder mot damning för befintlig utrustning då förhållandena varierar från anläggning till anläggning. De kostnader som därför kan redovisas i denna rapport är indikativa budgetpriser, där konstruktions- och installationskostnaderna inte ingår.

Följande omfattning gäller som bas för kostnadsberäkningarna för åtgärderna:
- De kostnaderna som här anges endast gäller som kapslingstillägg till nya maskiner
- Kostnaden gäller fritt fabrik och leverans samtidig med ny maskin
- Vidare gäller att standardmaskin med stup är förberedd för Metso Trellex/Sandvik Dustflex system och att bandtransportörer som standard har en bandrensare samt regelmässig gångbana och plattformar

Exempel. Budgetpriset är skillnaden mellan en kapslad maskin och en okapslad do.

Med i följande tabell angivna budgetpriser kan beräknas indikativa merkostnader för kapsling och komplettering av nya maskiner vid samtidig leverans från fabrik. Anläggningsberoende specifika priser som konstruktion och platsmontage ingår inte.

Tekniklösning 8- 1 BW= 1000 mm transportörpålastning Tillägg till standard tratt för trattlängd 4 m med förhöjt tak (hattprofil)	**Kostnad SEK exkl. moms** 10 000
Tillägg till standard pålastningsrullställ för slagbalksutförande längd 4 m	22 000
Tillägg för Trellex/Dustflex tätning mellan avlastande transportörstup och transportörtratt	5 000
Tillägg för en finskrapa samt skraptransportör för spill	200 000
Tillägg för tak över bandet inkl. ensidigt vindskydd för returpart	1 500/m
Tillägg för dammtät avlastning mellan maskiner	8 000
Tillägg för dammtät anslutning mellan uppfällbar transportör-ände och konkrossens tratt	40 000
Tillägg för motordrivet nivåvaktstyrt teleskopstup H= 5 m	400 000
Tillägg för motordrivet nivåvaktstyrt teleskopstup H= 10 m	600 000
Tekniklösning 8-2 Matare bredd 1000 mm mot konkross	
Tillägg för Trellex/Dustflex tätning mot konkross inkl.huv och lock mot krossens tratt	40 000
Tillägg för Trellex/Dustflex tätning mot bandtransportör	30 000
Tekniklösning 8-3 Konkross avlastning	
Tillägg för Trellex/Dustflex tätning mot bandtransportör. Gummi detaljer med motfläns	10 000
Tekniklösning 8- 4 Siktar	
Komplett kapsling av liten siktstation	100 000
Komplett kapsling av stor siktstation	130 000
Komplett kapsling av Mogensen sizer	Ingår som standard
Förberedd kapsling av liten sikt, lister på sikten inga gummi detaljer	20 000
Förberedd kapsling av stor sikt, lister på sikten inga gummi detaljer	35 000

Leverantörskontakter
Kellve Bulkteknik AB, Metso Minerals AB, Sandvik Rock Processing AB, Tomca Maskin AB

8. ENERGIBESPARING

Damm och spill från medför ökat behov av ventilation och dammavskiljning. De genomförda studierna visar att kostnaden för omhändertagande av damm och spill i produktionen är kostsamma och energiförbrukningen för dammavskiljning i filter och fordon för dammsugning och transport av spill är betydande. Åtgärder som tar bort damm kan bespara energi i alla former som diesel, slitage och städning, I vissa fall kan fordonstransporter ersättas med energisnåla bandtransportörer med mekanisk pålastning.

De studier som genomförts i anläggningarna visar att där nya tekniker med lokal avskiljning eller dammtätning införts uppnås energibesparing genom minskat behov av fläktkapacitet och extern dammsugning/städning. Indirekt kan energi sparas genom ett minskat maskinslitage och ökat utbyte av produkter om dammet tillvaratas. Den totala förbrukningen av energi för damm-avskiljning, dammsugning och hanteringen av spill respektive den indirekta besparing som kan göras genom minskat maskinslitage varierar för olika anläggningar. Industrin har dock framhållit att kostnaderna är avsevärda. Om en siffra om 0.5 kWh/ton för den totala mineralproduktionen ansätts och identifierade förbättrande åtgärder kan ge en 20 % - ig reduktion av energi-förbrukningen totalt i en anläggning, så blir potentialen i storleksordningen ca 9 GWh/år i Sverige.

Genomförda försök i driftsskala visar att finns goda möjligheter att omedelbart kunna uppnå kostnads- och miljöförbättringar i anläggningarna. De nya teknikerna finns tillgängliga på marknaden och kan anpassas för enskilda behov. Den ekonomiska realiteten styr dock den takt som åtgärder mot damning genomförs.

Exempel:
Tekniklösning inkapsling
Tekniken med inkapsling av damm- och spillkällor finns och har förbättrad visat sig vara så effektiv att insats av filter i de flesta fall inte behövs. Obs. att anläggningar med slagkrossar behöver insats av (punkt)filter.

Tekniklösning skum
Med enklare dammkapsling av spillkällor och insats med vatten i processen t.o.m. förkrossen, och skum i efterföljande krossteg blir åtgärden så effektiv att insats av filter i de flesta fall inte behövs. Obs. att vårt klimat med minustemperaturer gör skumtekniken sårbar, dock kan detta förhållande minimeras med installation av värmekablar och isolering.

Tekniklösning kombination
Åtgärder med inkapsling och skum i kombination kan speciellt för befintliga anläggningar vara en möjlighet till energibesparing.

Tekniklösning Utbildning och underhåll
Visserligen är underhållsbehovet för åtgärderna 1-3 mycket litet. Men förutsättningen för ett varaktigt effektivt underhåll är att konstruktionen möter kravet på åtkomst via trappor, gångbanor och plattformar samt att luckor för inspektion och åtgärd är ändamålsenlig.
Omsorgsfull installation av t.ex. dammkapslingar krävs för att full tätningseffekt skall uppnås. Detsamma gäller för underhållsåtgärder så att tätningseffekten inte försämras. Det gäller inte

längre att göra ”så tätt som det går” utan det skall vara tätt. Personalens motivation för en bra arbetsmiljö skall tillvaratas vid beslut om åtgärder.

Generellt om energibesparing i krossanläggningar
Huvudmaskinerna, t.ex. krossarna, i en anläggning har mycket lång livslängd, vilket medför att de via begagnat marknaden kan komma att flyttas för insatts på både mera lätt- och svårkrossade material. Därför utrustas käftkrossarna med motor för det mest svår krossade materialet. Teoretiskt sett skulle konkrossarna kunna levereras med motor anpassad för den aktuella insatsen. Effektbehovsområdet kalksten till basalt är ca 0,8 till 1,2 kW/ton +20% marginal., Andra faktorer komplicerar valet av motor, dels livslängdsproblematiken, dels att slaget på konkrossarna är variabelt och därmed kapaciteten. Resultatet blir att motorvalet anpassas till marknad och tänkbara insatsförhållanden. Potential för energibesparing finns men praktiska överväganden kan påverka den.

9. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

9.1 Slutsatser

De kan konstateras att befintliga mineral- och krossanläggningarna ofta är gamla med maskiner som inte alltid är förberedda för dammbekämpningsåtgärder. De stationära anläggningar som finns uppfyller dock oftast de miljökrav som ålagts dem med hjälp av olika typer av åtgärder. Genomförda studier för bekämpning av damm och spill visar att finns goda möjligheter att omedelbart kunna uppnå kostnads- och miljöförbättringar i anläggningarna genom införandet av bäst tillgänglig teknik. De nya teknikerna finns tillgängliga på marknaden och kan anpassas för enskilda behov.

Nedan listas några slutsatser av uppnådda resultat med projektarbetet.

- Rapporten utgör en god vägledning vid val av åtgärder mot damning och ger en inblick i lagar och förordningar samt mätmetoder. I rapporten redovisas i vilka steg av produktionsprocessen som åtgärder krävs samt möjliga åtgärder och deras begränsningar.

- Notera att effektiviteten av åtgärderna varierar starkt. Branscherfarenheter visar t.ex. att effektiva kapslingsåtgärder finns, men att kostnaden för installation på befintlig utrustning ibland blir oproportionellt hög. Dock finns ansenliga möjligheter till besparingar i bättre arbetsmiljö, effektiv energioptimering, minimalt behov av spillsanering, reducering av slitage etc. vid införande av sådana lösningar.

- Vid beslut och insats av åtgärder kan källstyrkan, insatsvolymen samt kostnaderna vägas samman till ett vägledande prioritetsvärde.

- Möjlighet till och nyttan av, att så tidigt som möjligt i processen ”tappa av” 0-fraktion och naturligt fint etc., bör värderas som en avlastning av framförliggande dammkällor.

- För att en hållbar god effekt av åtgärden skall upprätthållas och personalens engagemang stimuleras skall en analys av anläggningens organisation, verksamhet och arbetssätt göras och värderas mot åtgärder mot damning.

- Det finns få åtgärder som är GRATIS, men med planering av t.ex. borrning och sprängning till lämplig väderlek och årstid, kan en betydande dammbegränsning uppnås utan kostnad.

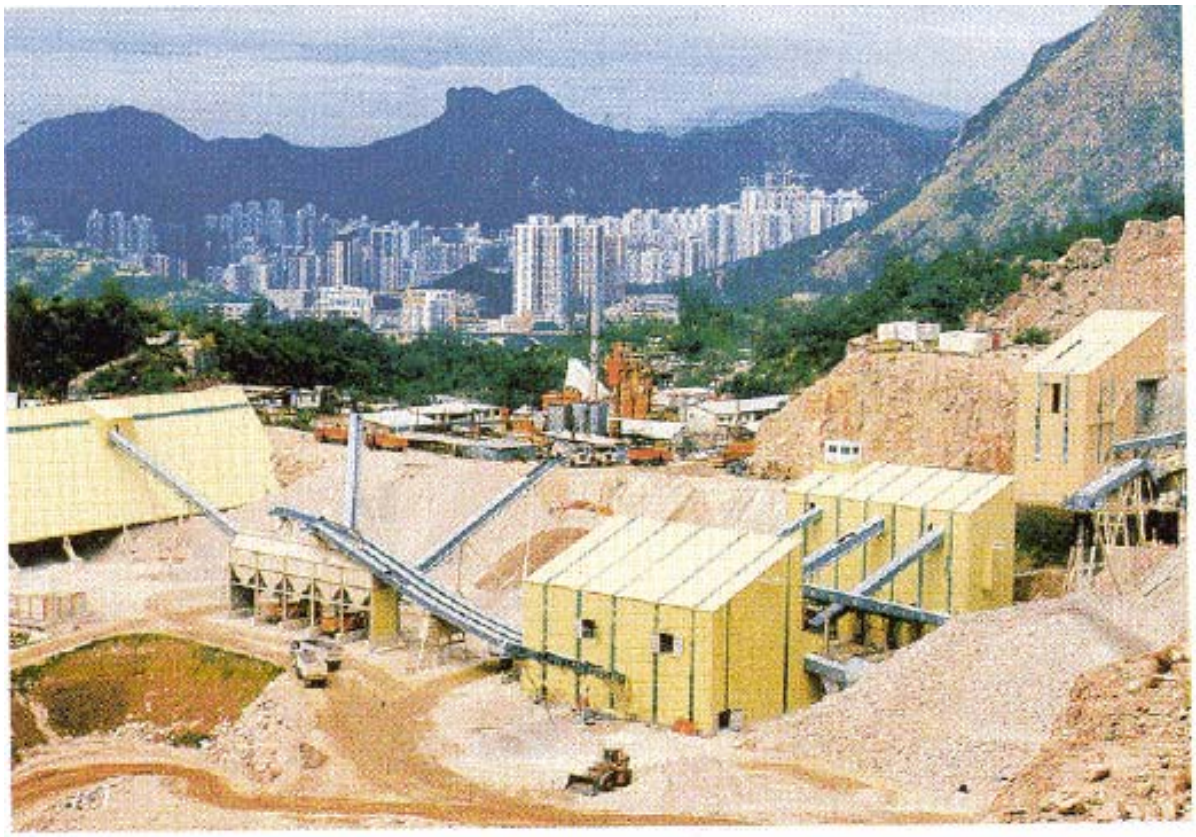
- En besparande effekt av åtgärder mot damning är, att underhållskostnaderna för maskiner och fordon reduceras i proportion till reduceringen av damningen, detta eftersom dammpartiklarna ofta utgörs av skarpkantigt, slitande material.

- Man bör även beakta reduktionen av kostnaden för spill lika med förlust av material samt arbetsbesparing för spillsanering, en aktivitet som annars är ständig och inhuman.

9.2 Rekommendationer

Ytterligare insatser bör göras för att sprida kunskapen i industrin om Bäst Tillgänglig Teknik och utvecklingsinsatserna riktas mot att få fram fler kostnadseffektiva lösningar, som kan minska kapitalkostnaderna för åtgärderna, då dessa idag är en fördröjande faktor för implementering i industrin. Långsiktigt bör modeller och datorbaserade verktyg kunna utvecklas för dammavskiljning, vilka kan inkluderas i processtyrningssystemen.

Vid investering i ny utrustning för nya anläggningar och för utbyte av enskild maskin skall kravet ställas att de inte får sprida damm eller spilla. Notera speciellt kravet på spill- och dammfrihet för bandtransportörerna. Beredskap skall finnas för uppfyllande av strängare myndighetskrav när projektering görs.



Ett exempel på produktionsanläggning i stadsmiljö
Foto: Bilden är hämtad ur tidskriften Aufbereitungstechnik

10. LITTERATUR

10.1 Generellt

Vid insamlande av litteraturhänvisningarna har syftet varit att finna aktuell litteratur som omfattar för branschen relevant information. Det kan konstateras att aktuell beskrivande litteratur inte finns samlad. Den som finns är visserligen i delar fortfarande giltig, men är skriven tidigt 1970-tal. De beskrivningar som finns i branschens tidskrifter behandlar vanligen specialfall, dock relevanta för ämnet men den finns vanligen inte på svenska.

Denna litteratursökning som redovisas upptar titlar utöver de som är relevanta för projekt ”åtgärder mot damning” och nedan listas de som anläggningsansvariga bör ha aktuell kännedom om.

Övriga av typen ”Bra att känna till eller om Du vill veta mer” är listade i bilaga 10.1

10.2 Lagar och förordningar (www.notisum.se)

Dessa förordningar skall anläggningsansvarig alltid ha aktuell kännedom om.

SFS 1998:808	Miljöbalken
SFS 1998:900	Tillsyn enligt miljöbalken
SFS 1998:901	Förordning om verksamhetsutövares egenkontroll
SFS 1998:904	Förordning om täkter och anmälan om samråd
SFS 1998:905	Förordning om miljökonsekvensbeskrivningar
SFS 1977:1160	Arbetsmiljölag
SFS 1977:1166	Arbetsmiljöförordning

10.3 Arbetsmiljöverket (www.av.se)

Dessa förordningar skall anläggningsansvarig alltid ha aktuell kännedom om.

AFS 2003:2	Bergarbete. (Ändring av AFS 1997:3).
AFS 2001:1	Systematiskt arbetsmiljöarbete
AFS 2001:3	Användning av personlig skyddsutrustning
AFS 2000:42	Arbetsplatsens utformning.
AFS 2000:38	Maskiner och vissa andra tekniska anordningar. (Ändring av AFS 1993:10).
AFS 2000:37	Utförande av personlig skyddsutrustning. (Ändring av AFS 1996:7).
AFS 2000:17	Kvarts. (Ändring av AFS 1992:16).
AFS 2000:3	Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar.
AFS 1998:4	Användning av arbetsutrustning

10.4 Standarder (www.sis.se)

Dessa standarder skall anläggningsansvarig alltid ha aktuell kännedom om.

SS-ISO 8518	Arbetsplatsluft
SS-EN 13205	Arbetsplatsluft
SS-EN 481	Arbetsplatsluft

Bilaga 10.1 Litteratur

Dessa förordningar är bra att känna till

SFS 2001:527	Miljökvalitetsnormer för utomhusluft
SFS 1998: 868	Lag om brandfarliga och explosiva varor
SFS 1998:950	Förordning om miljösanktionsavgifter
SFS 1988:950	Lag om kulturminnen m.m.
SFS 1998:1102	Räddningstjänstlag
SFS 1993:1617	Ordningslag
SFS 1991:45	Minerallag
SFS 1982:821	Lag om transport av farligt gods
SFS 1987:10	Plan och bygglag
SFS 1979:429	Skogsvårdslag
SFS 1971:948	Väglag
SFS 1971:954	Vägkungörelse

Dessa förordningar är bra att känna till

AFS 2000:36	Sprängarbete. (Ändring av AFS 1986:14).
AFS 2000:26	Asbest. (Ändring av AFS 1996:13).
AFS 2000:15	Buller. (Ändring av AFS 1992:10).
AFS 1999:3	Byggnads- och anläggningsarbete

Dessa standarder är bra att känna till

SS-ISO 11222	Luftkvalitet
SS-ISO 14956	Luftkvalitet
SS-EN 13526	Utsläpp och utomhusluft
SS-EN 13649	Utsläpp och utomhusluft
SS-EN 13284	Utsläpp och utomhusluft

Naturvårdsverket (**www.naturvardsverket.se**)

Dessa dokument är bra att känna till
NFS (2001:2). Naturvårdsverkets allmänna råd om egenkontroll till 26 kap.19 § miljöbalken och förordningen (1998:901) om Verksamhetsutövarens egenkontroll
NFS 2000:15 Naturvårdsverkets föreskrifter o mätningar och provtagningar
Rapport 5250 EU – prioriteringar för miljömålen
Rapport 4995 Frisk luft

Övriga

Under 70-talet utarbetade STU, Arbetarskyddsstyrelsen m.fl. ett antal handböcker, anvisningar och råd, vilka fortfarande äger viss giltighet när det gäller kapslingar och skydd. Därefter har tills nu ett antal svenska och internationella rapporter skrivits men de behandlar ofta endast speciella fall och enstaka anläggningar. Vissa är intressanta då de även behandlar bullerproblem. Fortlöpande finns bland examensarbeten från universitet och högskolor damm, buller och generella miljöfrågor behandlade på ett aktuellt sätt.

Sök gärna på nätet på t.ex. nedanstående adresser:

Arbetslivsinstitutet/Arbetslivsbiblioteket.	www.niwl.se
Portal för gruvindustrin.	www.mining-technology.com
Svenska miljöinstitutet.	www.ivl.se
Arbetsmiljöverket	www.av.se
Libris.	www.libris.kb.se

Tidskrifter

Svenska

Bergsmannen (www.bergsmannen.se), Entreprenad (www.entreprenad.se),
Svensk Bergs & Brukstidning (www.bergsbruks.nu), Sten (www.sten.se).

Tyska

Fördern und Heben (www,industrie-service.de), Aufbereitungs Technik (www.at-tec.de),
Schüttgut (www.transtech-online.com), Cement-Kalk-Gips (www.zkg-online.info/de),
Naturstein (www.natursteinonline.de)

Engelska

Bulk port technology (www.porttechnologt.org),
Bulk solid handling (www.bulk-online.com),
Powder handling & processing (www.bulk-online.com),
Mining (www.), International Mining (www.), Mining Journal (www.)
World Mining Equipment (www.wme.com),
Industrial Minerals (www.mineralnet.co.uk)
Pit & quarry(www.pitandquarry.com)
Quarry Journal (www.qmj.co.uk

Boktips

TRANS TECH PUBLICATIONS, Clausthal-Zellerfeld, Tyskland
E-mall ttp@transtech-online.com, www.transtech-online.com ger ut the ”Best of” 200 Serie böcker för branschen, se hemsidan.

11. BILAGOR CASE STUDIES – TESTER AV NY TEKNIK I PRODUKTIONSANLÄGGNINGAR

Skumteknik
MinFo rapport nr P2000-13: 1, Slutrapport, Dec 2004, Delprojekt 4.2.1 **Dammbekämpning med Dust foam teknik**, Niklas Skoog Sand & Grus AB Jehander, Anders Lindahl , MinFo

Ion Blast tekniken
MinFo rapport P2000-13.2, Delprojekt 4.2.2 Test av Ion Blast som dammbekämpning i krossanläggning för foderkalk, februari 2005, Slutrapport, Dammbekämpning med Ion Blast ESP teknik, Lars Sunnebo, Nordkalk, Anders Lindahl, MinFo

Dammkapsling
MinBaS rapport nr 1:3, Slutrapport, September 2004, Delprojekt 4.2.3, MinBaS projekt 1.52, Dammkapsling, bandrensning och spilluppsamling för en bandomlastning, Linn Tennung, NCC Roads Sv. Sydväst, Anders Lindahl, MinFo

Examensarbete
Sammanfattning + innehållsförteckning, Examensarbete Damning i bergtäkter, Jacob Lidén

MinFo rapport nr P2000-13:1 Dammbekämpning med dustfoam skumteknik
STEM project nr P2000-13 Åtgärder mot damning
Delprojekt 4.2.1 Test av skum som dammbekämpningsmedel i kross-anläggning
Delrapport även inom MinBaS projekt 1,51 Åtgärder mot damning

DAMMBEKÄMPNING MED DUST FOAM SKUMTEKNIK

Slutrapport

Niklas Skoog, Sand & Grus AB Jehander
Anders Lindahl, MinFo

Norrköping augusti 2004

Sammanfattning

Damning är ett generellt problem för täktverksamhet inom bergmaterialindustrin och mineralindustrin och kraven på dammbekämpning blir allt hårdare. Det är både en olägenhet för kringboende och en arbetsmiljöfråga. De idag vanligaste dammbekämpningsmetoderna är inte särskilt effektiva alternativt mycket energi- eller kostnadskrävande. Dammbekämpning med hjälp av skum marknadsförs som både effektivt och relativt billigt och därför intressant att utvärdera. Skummets funktion är att agglomera fina partiklarna vilka dessutom delvis binds till grövre partiklar.

Inom ramen för MinFos utvecklingsprojekt som bedrivs med stöd av Statens Energimyndighet har under våren och sommaren genomförts en utvärdering av dammbekämpning med hjälp av skum. I Sand & Grus AB Jehanders bergtäkt i Ludden, Norrköping, provkördes två olika skumutrustningar parallellt och en dokumenterad dammätning genomfördes.

Skumtekniken gav omedelbart en mycket tydlig positiv inverkan på arbetsmiljön. Dammätningarna visade på reduktionsgrad på 80-95 %. Räckvidden av dammreduceringseffekten genom produktionsprocessen är betydande. Den är dock temperatur-/avdunstningsberoende och kvarstår inte mer än ett fåtal timmar. Skumtekniken är känslig för kyla men med lämpliga arrangemang rapporteras funktion ned till - 12ºC.

Skumtekniken är genom enkel installation, användbar såväl stationärt som mobilt. Det finns inga kända negativa effekter på krossprodukterna. Den ringa vattenmängden påverkar inte krossning och siktning negativt men möjligen positivt. Någon eventuell påverkan på ballast för betong och asfalt har inte noterats.

Kemikaliens eventuellt negativa inverkan på arbetsmiljö eller omgivningsmiljö har inte heller rapporterats. Granskning av säkerhetsdatabladet för Dust Foam visar att detta uppfyller kraven för redovisning av hälso- och miljösynpunkter. Informationen är utgiven av HSE global AS, Norge.

Möjlighet för energibesparing finns och blir realitet om anläggningen har annan energikrävande dammbekämpnings metod som kan ställas av till exempel punktfilter. Sekundär energibesparing erhålls som reducering av städ- och uppsamlingsbehovet.
Se vidare i punkt 5 Resultat och slutsatser.

MinFo rapport nr P2000-13:1
STEM projekt nr P2000-13 Åtgärder mot damning
Delprojekt 4.2.1 Test av skum som dammbekämpningsmedel i krossanläggning

DAMMBEKÄMPNING MED DUST FOAM SKUMTEKNIK

Innehållsförteckning **Sid. nr**

Sammanfattning	2
1. Bakgrund och syfte	4
2. Beskrivning av skumtekniken	4
2.1 Kemikalieprodukter och dosering	
3. Genomförande och erfarenheter	5
3.1 Team Tomcas utrustning	5
3.2 Provkörning av båda utrustningarna (3-4/8-2004)	6
3.3 Inställda värden	7
3.4 Vädret	7
4. Resultat och slutsatser	7
4.1 Dammätningar	8
5. Kostnader	8
Bilagor	
Flödesschema- Krossanläggningen i Ludden	10
Mätprotokoll	11

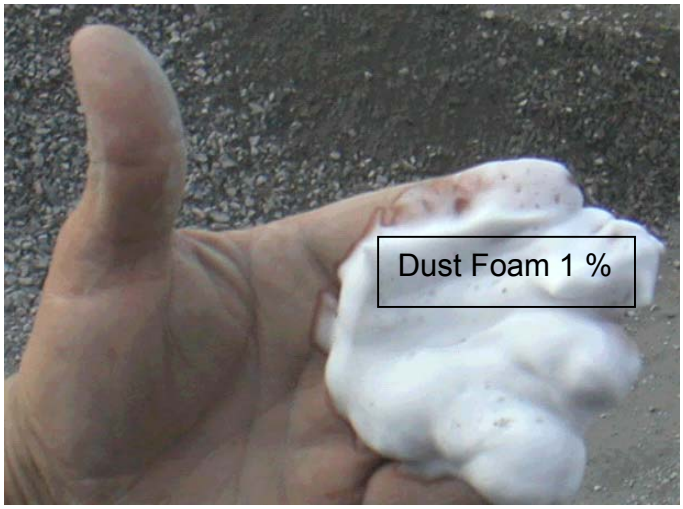
1. Bakgrund och syfte

Denna studie ingår i MinFo: s projekt ”åtgärder mot damning” med stöd av Energimyndigheten.

Damning är ett generellt problem för täktverksamhet inom bergmaterialindustrin och mineralindustrin och kraven på dammbekämpning blir allt hårdare. Det är både en olägenhet för kringboende och en arbetsmiljöfråga. Damm uppkommer vid sprängning, krossning, siktning, bandtransportörer och sprids med vinden eller av fordonstrafiken på anläggningarna. Vanliga dammbekämpningsmetoder idag är vattenbegjutning, saltspridning, inkapsling av produktionsutrustning och dammsugningsanläggning med filter. Vattenbegjutning och saltspridning är inte särskilt effektiva och inkapsling/dammsugning är kostnads- och energikrävande. Sand & Grus AB Jehander ville efter en demonstration av en utrustning prova och utvärdera dammbekämpning med hjälp av skumteknik. Det man ville studera var skummets funktion, d v s inverkan på arbetsmiljön (dammreducering, varaktighet, funktion vid låga temperaturer) samt inverkan på produktionsprocessen (rensiktning) och produktkvaliteten (påverkan på betong eller asfalt).

2. Beskrivning av skumtekniken

Tekniken att med skum bekämpa damning är tämligen enkel och kräver endast tillgång till:
Vatten med stabilt tryck, 3-4 bar, och flöde, ca 2 liter per ton stenmaterial.
Tryckluftkapacitet ca 1800 liter/minut med 6 bars tryck.
Doseringsautomatik samt kemikalie som tillsätts med ca 1 % av vattenflödet.
En skumgenerator placerad max 5 meter från bekämpningspunkten, vanligtvis det andra- och/eller tredje krossteget.
Skummets funktion är att agglomera fina partiklarna vilka dessutom delvis binds till grövre partiklar.
I doseringsenheten blandas vattnet och kemikalien, och om avståndet från doseringsautomatiken till skumgeneratorn inte är för långt (ca 20 m) kantryckluften också tillsättas. Observera att trycken måste ballanseras så att tryckluften inte pressar undan vattnet.
För att säkerställa året runt drift bör slangar/ledningar kompletteras med värmekablar för att förhindra frysning vid drift och driftsavbrott.



2.1 Kemikalieprodukter och dosering

Dust Foam och Dust Foam- DC är beteckningen på de två kemikalier som används vid proven. Dust Foam är baserad på citrusolja och Dust Foam- DC på estrar av alifatiska syror. Se bifogade säkerhetsdatablad.
Under provperioden förekom oklarheter rörande uppgifterna kring de använda kemikalierna.

Obs att den aktuellt bästa inställningen av flöden och dosering måste fastställas baserad på materialfraktion, kapacitet och anläggningsspecifika förhållanden.
Minima inställningar för kapacitet kan bli aktuella.
Aktuella leveransvolymer är 25, 200,1000 liter.

Baserat på dessa doseringsbehov bör den instrumentella utrustningen utgöras av:

- Bandvåg för registrering av kapacitet, kapacitetsvariationer och matningsuppehåll. Dvs. optimering av funktion och minimering av kemikalieförbrukning.
- Flödesmätning/reglering av vattenflödet samt konstant vattentryck.
- Vattenflödesstyrd dosering av kemikaliemängd
- Skumgenerator placerad max 5 m från appliceringspunkten

3. Genomförande och erfarenheter

Efter att projektansökan beviljades av MinFo hyrdes från Team Tomca A/S en utrustning för sex månader. Utrustningen installerades i Jehanders bergtäkt i Ludden (Norrköping) där den nuvarande dammbekämpningen sker med vatten och salt. Effekten av skumanvändningen var god, och det fungerade även i minusgrader, men funktionen på utrustning var inte tillfredsställande. Framförallt gällde det svårigheten att reglera flödet och därmed förbrukningen av skum vilket är intressant ur ekonomisk synvinkel. Det beslutades att prova en alternativ utrustning och då kontaktades en annan leverantör, Biocare Svenska AB. Biocare installerade en mobil skumutrustning under en dag i Ludden och de olika utrustningarna kördes parallellt på olika krossverk. Samtidigt genomfördes en dammätning för att mäta och jämföra dammbekämpningseffekten.

3.1 Team Tomcas utrustning 2003-09-30

Utrustningen installerades så att skummet applicerades på matarbandet till tertiärkrossarna K3 och K4, läge 1 i bilaga 1. Funktionen med den hyrda utrustningen blev något osäkert, och trots alla försök som anläggningens personal genomförde, kunde inte en acceptabel doseringsinställning uppnås. Möjligen hade en uppföljning från leverantörens sida kunnat påverka provet i positiv riktning. Dels saknade utrustningen mätning/reglering av vattenflöde dels hade doseraren för kemikalie konstant inställning, med eldriven pump, dels var skumgeneratorn placerad för långt från appliceringspunkten dels applicerades skum på matarbandet före krossen (tredje krossteget) alltså inte direkt i krossen, vilket är den optimala placeringen.

Skum producerades, dock fungerade endast max dosering, emissionen av damm reducerades men följaktligen till ett tämligen högt pris 1-1, 2 kr/ton. Personalen var, pga. svårigheter med injusteringen, knappast intresserade av en fortsättning men klart intresserade av skumtekniken.

Exakta noteringar från provresultatet var naturligtvis få eftersom en tillfredsställande funktion och tillförlitlighet inte kunde nås.

3.2 Provkörning av båda utrustningarna (3-4/8-2004)

Behovet att fullfölja proven med skum fanns både hos anläggningen och hos MinFo. Tillsammans med Niklas Skoog Jehanders arrangerade MinFo ett dubbelt prov dels med Tomca utrustningen dels med BioCares mobila utrustning och båda med den citrusoljebaserade kemikalien. BioCare applicerades på kross K5, läge 2 i bilaga 1.

Till denna provkörning hade Team Tomcas utrustning kompletterats med en flödesmätare för vattnet samt en skumgenerator placerad vid appliceringspunkten, matarbandet för krossarna. Genom ett intensivt arbete med doseringspumpen konstaterades att med en lägre dosering orkade inte pumpen leverera till vattenflödet med resultat att endast vatten och tryckluft levererades men skumproduktion uteblev.
Den 4 augusti 2004 blev vädret gynnsamt, torrt, soligt och dammigt.
Det bör noteras att salvan, sprängd före den 15 juni, och mellanupplaget var genomsura efter sommarens alla regn och ingen bevattning aktiverades.

Med BioCare utrustningen provades olika doseringar från 0,7 % till 1 % samt alternativ applicering i kross K6. Vi kunde se att med applicering på K5 kunde skummet tillfredsställande reducera damning ända ut till 0-2 upplaget. Se protokollet från mätningarna vilka utfördes både med och utan skum under en timmes perioder. Ingen negativ inverkan på siktresultatet kunde noteras.

Med den kompletterade Tomca- utrustningen uppmättes doseringen till 8,5 l/h och vattenmängden justerades till ca.1 % -ig dosering (750 l/h = max tillgängligt flöde) och ett mot BioCare svarande resultat noterades. Dock hade dammdämpningen under krossarna sannolikt blivit bättre med applicering direkt i krossarna. En svag damning under krossarna kunde noteras när bandet reverserades och inget skum tillfördes.
Att skumtekniken har en känd positiv inverkan på materialflöden kunde noteras under inställningsförsöken med dosering av kemikalie. Med endast vatten blev sikten S5 överbelastad.

Skumgenerator, dosering till kross K5

Bandet från K5 med skum

3.3 Inställda värden

Tomca provet: Produktion 150 t/h, Vattenmängd 750 l/h, Dosering 1 %
BioCare provet: Produktion 100 t/h, Vattenmängd 240 l/h, Dosering 1 %
Slangdimension ¾ ”, inga dysor får användas till skum
Vatten försörjningen sker med hydrofonsystem vilket medför att såväl flöde som tryck varierade, vilket teoretiskt sett kan påverka det ekonomiska resultatet negativt.

3.4 Vädret

Under hela juli månad rådde ostadigt väder med nästan dagligt regn eller skurar. Den 3 augusti upprepade skurar. Den 4 augusti började med en lätt skur, men redan vid 10-tiden rådde uppklarning, vid 11-tiden sol och vid 12-tiden damm.

4. Resultat och slutsatser

A1. Skumtekniken ger omedelbart en mycket tydlig positiv inverkan på arbetsmiljön. Självfallet inverkar även anläggningsspecifika förhållanden som silos/upplag, belagda planer/vattenbegjutning eventuellt med något kemisk tillsatts ex DustCon på miljön.

A2. De i testet efter kross K5 uppmätta emissionsvärdena 4410-750 mg/m³ indikerar en 83 % reduktion och vid den efterföljande krossen K6 en 95 % reduktion. Reduktionen efter K3 och K4 blev 86 %. Se också den optiska effekten på bild sid. 7

A3. Räckvidden av dammreduceringseffekten genom produktionsprocessen är betydande. Den är dock temperatur-/avdunstningsberoende och kvarstår inte mer än ett fåtal timmar.

A4. Skumtekniken är känslig för kyla men med lämpliga arrangement rapporteras funktion ned till - 12ºC.

B1. Skumtekniken är genom enkel installation, användbar såväl stationärt som mobilt. Det finns inga kända negativa effekter på krossprodukterna.

B2. Den ringa vattenmängden påverkar inte krossning och siktning negativt men möjligen positivt. Fuktökningen blir 2 (liter) kilo per ton = 0,2 viktsprocent

B3. Eventuell påverkan på ballast för betong och asfalt har inte verifierats, antagligen därför att kemikalien bryts ned till 92 % efter 7 dygn.

B4. Kemikaliens eventuellt negativa inverkan på arbetsmiljö eller omgivningsmiljö har inte heller rapporterats. Granskning av säkerhetsdatabladet för Dust Foam visar att detta uppfyller kraven för redovisning av hälso- och miljösynpunkter. Informationen är utgiven av HSE global AS, Norge.

C1. Energibesparing

För endast skumgenerering är energibehovet försumbart, förutsatt att medierna vatten och tryckluft redan finns etablerade och tillgängliga på anläggningen. Redan reduceringen av vattenmängden, 50-75 %, jämfört med ytbevattning indikerar en besparing som dock ballanseras av kostnaden för tryckluft. Vanligtvis är båda dessa medier etablerade på anläggningar för varierande behov. Vi kan också notera på energikontot att den låga befuktningen inte leder till ökade torkningskostnader i asfaltproduktionen.

För att kunna indikera potentialen för energibesparing måste hänvisning till alternativen göras och då kommer behandlingen av kostnaderna i fokus. Skumteknik och dammavsugning kan möjligen kombineras t.ex. om förhållandena för skum är säsongvis gynnsamma kan ett eller flera filter ställas av vilket bör ge en energibesparing. Men för anläggningar med ett stort centralfilter finns inte den besparingsmöjligheten.
Om den del av anläggningen som testades med skum, hade varit ”Normal kapslad” med filter så hade filtrens totala installerad effekt varit ca 50 kW. Med modernt konstruerade kapslingar kan den för filter installerade effekten reduceras med ca 75 %.
Att kapsla befintliga maskiner och utrustning är svårt, kostsamt och ger sällan fullgott resultat.

4.1 Dammätningar

Under testen den 4 augusti 2004 utfördes mätningar av ILEMA Miljöanalys AB, Linköping, resultatet framgår av bilaga 2.

Bilderna nedan visar mätsondernas placering vid materialflödet från kross K6.

5. Kostnader.

De flesta anläggningar har troligtvis vatten- och tryckluftsförsörjning etablerad för andra ändamål och medför därför ingen ny investerings- och underhållskostnad. Givetvis finns också el-systemet installerat samt eventuellt även ett datoriserad processkontroll system.

En genomsnittlig kostnadsberäkning bör omfatta:

- Kostnaden för doseringsenhet plus medianslutningar (el, vatten och tryckluft).uppgår till ca.60000 kr.

- Kostnaden för eventuell programvara, bandvågar och regulatorer etc. tillkommer.

Investeringskostnaderna antas bli avskrivna första året och inräknas inte i årlig driftskostnad.

- Förbrukningskostnad för kemikalie:
- Om aktuellt produktionsflöde är 300 t/h krävs 600 l/h vatten och kemikaliemängd 1 % av vattenflödet = 6 l/h a 40 kr/ton. eller 240/300 = **80 öre/ton**.

Hur utfallet av denna momentankostnad kommer att bli på årsproduktionen beror naturligtvis på många faktorer t.ex.:

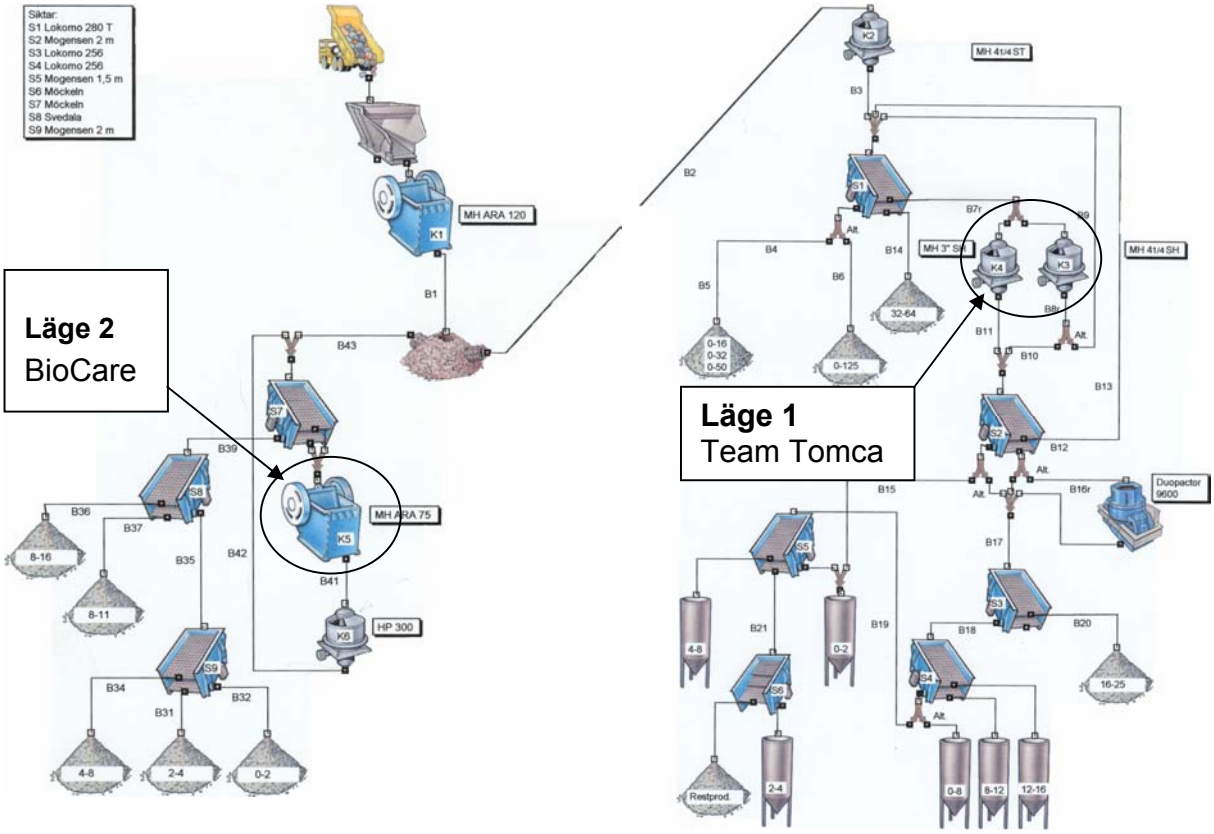
- Aktuellt doseringsvärde för den aktuella dammsituationen.
- Att skumflödet anpassas till verkligt materialflöde och stängs av vid tomgång.
- SMHI' s väderstatistik bör vara en källa till information för en förkalkyl, då väder och vindförhållande kraftigt påverkar dammängd och spridningszon.

Vi tror att en framtida installation med utnyttjande av tillgänglig informationsteknik med inloggning för aktuellt skift inklusive typ av produktion, kapacitet, raster samt väder enligt egen observation eller nedladdad från SMHI, kan reducera årskostnaden betydligt. Under pågående produktion kan också en dämpande inverkan på den diffusa damningen från upplag noteras.

Damning från planer och vägar kan dämpas med vatten men det finns också kemikalier som uppges minska vattenbehovet och förlänga effekten.
Ett sådant medel kallas DustCon och doseras med 1 liter per 3000 liter vatten för spridning med tankbil eller genom ett eventuellt befintligt vattenspridningssystem kompletterat med specialdysor.

Bilaga 1

Studien utfördes hos Jehanders bergkrossverk ”Ludden” Norrköping.
Flödesschema Sand & Grus AB, Jehander.



Bilaga 2
Mätningsrapport

MILjÖANALYS

RAPPORT Nr: Jehander Nrk 432 lO utfärdat av ackrediterat laboratorium
REPORT issued by an Accredited lJlboratory

Sand & Grus AB Jehander Sagsjövägen
42881 Kållered
attn: Niklas Skoog

MÄTNING AV EMISSIONER TILL LUFT VID

SAND & GRUS AB JEHANDER

Utförd 2004-08-04

Version 04-08-16

ILEMA Miljöanalys AB

Kvalitetsansvarig Ulf Wiklund

Utfört av Ulf Wiklund

ILEMA Miljöanalys AB har av SWEDAC erhållit ackreditering för mätning och kontroll av stofthalter, kväveoxider, svaveloxider, syre, koldioxid, kolmonoxid, dioxin, halogen, metall, gasflöde , temperatur och lösningsmedel som totalkolväten (FID). Ackrediteringen innefattas även av kontroll av stationär mätutrustning för kväveoxid och svavelredovisning samt för kontroll av emissioner från fartygsmotorer.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.
This report may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

Ekdala, S-96 Linkoping, Sweden *Telephone* **+461341020** *Telefax* **+461341065**
E-mail **ilema@Swipnet.se**
ILEMA Miljöanalys AB
Datum: 04-08-16 ,. Sida: 2 (2)
Id: Jehander Nrk 432

1. Inledning
På uppdrag av MinFo, Anders Lindahl har mätning av diffus damning från krossverksamhet utförts vid anläggningen utanför Norrköping
(Luddingsbo, V Husby). Mätningen utfördes direkt ovan bandtransportörer från krossar under två driftfall (med och utan dammdämpning). Dammdämpning utfördes med skum.

2. Resultat

Perioden innan mätning har genomgående haft mer regn än normalt.

Ca klockan 0800 kom ett skyfall under ca 20 minuter. Därefter har solen tittat fram och torkat upp marken. Fukthalten var k11200 72 % och temperatur 26,3°C.

Finkross Norberg H12300 K6

Parameter Utan skum Med skum

Produktion 100 100 ton/h
Stofthalt 1892, 94 mg/m3 Reduktion 95 %

Förkross R75 (sekundär) **K5**

Parameter Utan skum Medskum

Produktion 100 100 ' ton/h
Stofthalt 4410, 750 mg/m3 Reduktion 83 %

SWEMAS **K3 och K4**

Parameter Utan skum Med skum

Produktion 150 150 ton/h
Stofthalt 1925*, 264 mg/m3 Reduktion 86 %

* vattenbegjutning förekom
Bilagor Kornstorleksdiagram (ej redovisade i denna rapport/ALi)

MinFo rapport nr P2000-13:2 Dammbekämpning med Ion Blast ESP teknik
STEM project nr P2000-13 Åtgärder mot damning
Delprojekt 4.2.1 Test av Ion Blast som dammbekämpning i krossanläggning
Delrapport även för MinBaS projekt 1,51 Åtgärder mot damning

DAMMBEKÄMPNING MED ION BLAST™ ESP-TEKNIK

Elektrostatic precipation (ESP)

Lars Sunnebo, Nordkalk AB, Köping
Anders Lindahl, MinFo

Köping februari 2005

Sammanfattning

Damning är ett generellt problem för verksamhet inom mineral- och berg- materialindustrin och kraven på dammbekämpning ökar. Damm är en olägenhet för kringboende och för arbetsmiljön. De idag vanligaste dammbekämpningsmetoderna är inte särskilt effektivt utförda och är mycket energi- eller kostnadskrävande.
Dammbekämpning med hjälp av ESP-teknik marknadsförs som effektiv och är därför intressant att utvärdera. ESP: s funktion är att ladda och därefter samla fasta partiklar med hjälp av högspänd likström. Den aktuella ESP-enhetens nominella kapacitet är 5000 m³/h.

Energimässigt är själva ESP-tekniken förmånlig; den installerade effekten är endast ca 1,2 kW. Det krävs dock en fläkt på 7,5 kW för transport av 5000 m³/h dammblandad luft genom ESP-enheten. Totaleffekten motsvarar därför nästan ett konventionellt filter. Ett marginellt lägre energibehov för lufttransporten kan teoretiskt påvisas, jämfört med konventionella filter. Underhållskostnaden är lägre för ESP-tekniken jämfört med ett konventionellt filter. Notera att de avskilda partiklarna som uppsamlas i storsäck återförs till produktionen. ESP-tekniken är genom enkel installation, användbar såväl stationärt som mobilt. Baserat på referensuppgifter kan tekniken betraktas som generell, bland referenserna finns processindustrier, sågverk, stålverk etc. Genom kombination av flera/många sexkantiga celler kan t.ex. vid värmekraftverk mycket stora gasmängder renas.
Under hösten 2004 har en inhyrd ESP-enhet provats och utvärderats vid Nordkalks AB:s anläggning i Köping. Funktionstester av ESP-filtret har utförts under normal produktion i en krossanläggning för foderkalk under perioden april 2004 till januari 2005, med alternativa avsugningsmodeller. Dokumenterad dammätning genomfördes vid tre tillfällen under totalt 8 dagar.

Med ESP-filtret inkopplat uppmättes ett emissionsvärde på 51 mg/m, vilket visar att koncentrationen av damm i lokalen sänkts i storleksordningen 5-10 gånger. Dock är filtrets avskiljningsgrad inte tillfredsställande. Genomförda tester visar att ESP-tekniken inte bör installeras i intermittenta processer eftersom den uppenbarligen fungerar tillförlitligare i kontinuerlig drift. ESP-tekniken kan vara känslig för kyla och fukt, men med lämpliga arrangemang rapporteras god funktion. För korrekt dimensionering måste dammemissionens kvantitet och typ fastställas. De preliminära kostnadsuppgifter som lämnats från leverantören avseende den testade enheten indikerar att en IonBlast enhet är dyrare i investering än ett konventionellt filter. Då det testade filtret enligt mätningarna varit överbelastat, skulle förmodligen en korrekt anpassad enhet bli ännu dyrare. För att kunna bedöma om de sannolikt lägre underhållskostnaderna och de marginellt lägre energikostnaderna för ett ESP-filter uppväger de högre kapitalkostnaderna krävs fler referenser. Den studie som genomförts med Ion Blast ESP-filtret visar att utrustningen inte haft tillräcklig reningskapacitet och därmed överbelastats, alternativt är den olämplig för den aktuella typen av mineraldamm.

Kalkproducenten har därför valt att investera i en inom projektet föreslagen alternativ åtgärd med inkapsling och ombyggnation av inmatning och dammutsugning med befintligt filter från krossen. Dammängderna i lokalen kan reduceras nästan till 100% samtidigt som städkostnaden minskas. Detta genom att byta ut krossens matningslinje till den för processen bäst tillgängliga materialhanteringstekniken: transportskruvar, inkapsling och system för att varaktigt säkerställa krossproduktflödet samt en reduktion av övertrycket i slagkrossen till undertryck.

Innehållsförteckning **sid nr.**

Sammanfattning	2
1. Bakgrund och syfte	4
2. Beskrivning av ESP-tekniken, tekniska data För och nackdelar	5
3. Genomförande och erfarenheter	5
4 Tillkommande åtgärder	7
5. Funktionstester med IonBlast ESP- filter-Dammätningar	7
6. Resultat och slutsatser	8
7. Kostnader	9

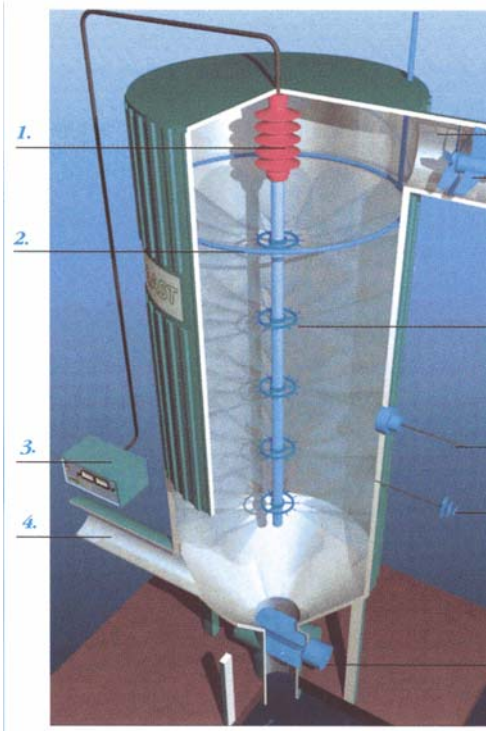
1. Bakgrund och syfte

Denna Case Study ingår i MinFo: s projekt ”åtgärder mot damning”. Projekt genomförs med Energi myndighetens stöd.
Damm uppkommer vid bearbetning av mineraler och bergarter, dammet sprids sedan med vinden eller av fordonstrafiken i anläggningarna. De vanligaste damm-bekämpningsmetoderna idag är vattenbegjutning och saltspridning samt inkapsling av produktionsutrustningen eventuellt med filter. Vattenbegjutning och saltspridning är inte särskilt effektiva och inkapsling med dammavsugning är kostnads- och energikrävande.
Nordkalk AB ville i sin anläggning för foderkalk prova och utvärdera dammbekämpning med hjälp av ESP-teknik. Det man ville studera var teknikens funktion, inverkan på arbetsmiljön genom dammreduktion, varaktighet, funktion vid alla förekommande omgivnings temperaturer samt inverkan på produktionsprocessen.
Foderkalk är en för djuruppfödning viktig produkt framställd genom krossning av kalksten. Fraktionen är 0,2-1,5 mm.

2. Beskrivning av ESP-tekniken

Ion Blast™ ESP är en avancerad finsk metod för rening av industriella avgaser och partikelutsläpp samt för rening av luft på arbetsplatser. Tekniken är en elektrostatisk metod för laddning och uppsamling av fasta partiklar.
De laddade partiklarna uppsamlas på enhetens jordade cylindriska vägg, och som med manuellt vald intervall vibreras ned till bottenkonen för att via en slussutmatare matas till uppsamlingssäcken. Storsäck är den vanligaste leveransformen för produkten.

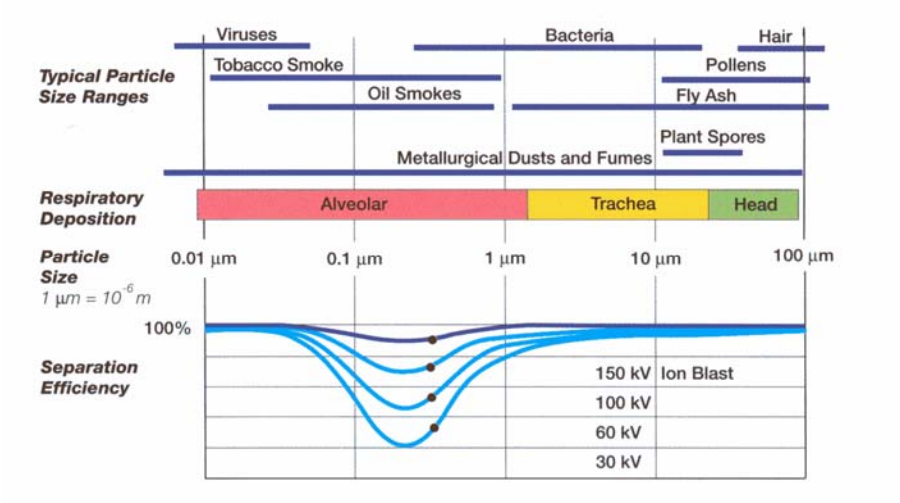
Tekniska data för den provade enheten



1. Högspänningsisolator
2. Option vattendysor
3. Högspänningsanslutning
4. Anslutning av inloppskanal
5. Anslutning av utloppskanal
6. Fläkt placerad på marknivå
7. Emissionselektrod
8. Option vibrator för rensning av damm
9. Jordade dammottagningsytor
10. Utmatning av uppsamlat damm

Dimensioner
Diameter 1,4 m, givardiameter 0,35 m
Effektiv kammarhöjd 4 m, Relativ höjd 6,5 m
Antal jordningar 14
Högspänning 130 kV, 7 mA DC
Luftflöde nominellt 5000 m³/h
Aktuellt luftflöde 3400 m³/h

Tillverkaren visar separations effektiviteten med följande diagram, notera effektiviteten på de alveola partiklarna < 1 µm.



Teknikens för- och nackdelar (enligt leverantören)

- Hög reningseffektivitet, tekniken kan separera både grova och fina fraktioner av fast och flytande material. Tekniken med rensningskammare säkerställer effektiviteten även om lufthastigheten skulle öka.

- Lågt energibehov, med den öppna strukturen blir mottrycket lågt och därmed fläkteffekten energisnål. Även om spänningen är högre än i konventionella elektrofilter är effekten i Ion Blast endast någon kW. Dock tillkommer luft/gas transporten med fläkt, men med ESP är tryckförlusten mindre och stabil.

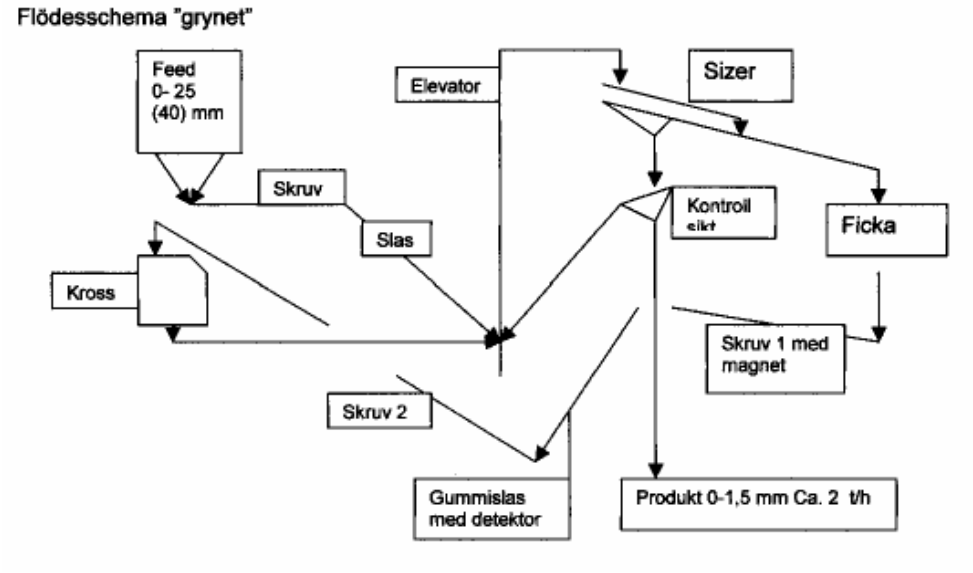
- Marginellt behov av underhåll, enheten är stor och har inga rörliga delar. Det är enkelt att ta bort det på väggarna samlade dammet och underhålla enheten. Endast de anslutna enheterna, transportfläkten, vibratorn, elektrodrensnings- fläkten och elektroniken kräver tillsyn. Notera frånvaron av utbytbara filtermedia vilket reducerar underhållskostnaden.

- Möjlig energi sparande återvinning. Det uppsamlade dammet är rent och återvinns som produkt. Frånluftens höga renhet gör att luften kan återvinnas till uppvärmda lokaler, vilket kan reducera uppvärmningskostnaden.

3. Genomförande och erfarenheter

Efter det att projektansökan beviljats av MinFo hyrdes från Ion Blast OY en utrustning för sex månader. Utrustningen installerades vid en produktionslokal för foderkalk. Den nuvarande dammbekämpningen sker med konventionella filter, sammankopplat med siktar i den slutna kretsen.

Damningen i lokalen kombinerad med spill från materialhanteringen var stor. I flödet finns två vibrationsmatare, en bandtransportör, en slagkross med utmatarskruv till en bandelevator. Anläggningen går i sluten krets med en sikt på ett plan ovanför denna lokal. I lokalen finns även en kontrollsikt samt en pneumatisk sändare för produkten.



Produktionsflöde efter installation av skruvtransportörer, primärflöde och sekundärflöde (slutenkrets)
Skiss Anders Lindahl

Inledningsvis identifierades tre stora dammkällor; en vibrationsmatare, inloppet till krossen och kontrollsikten. Vid detta tillfälle missades en kraftig damm- och spillkälla under krossen. Anläggningen är inbyggd i en ouppvärmd byggnad och kontrolleras fjärrstyrt från det centrala kontrollrummet. Kapslingen av maskinerna var ofullständiga pga. slarv vid återmontage efter service och vissa enheter var endast delvis kapslade. Att kapsla befintliga maskiner är svårt, kostbart och resultatet blir sällan tillräckligt bra.

Beslut togs att försöka genomföra funktionstest av ESP- filtret med befintlig kapslingsstatus. Avsugningar placerades nära de tre identifierade dammkällorna. Funktionstest skulle ske genom att studera ESP-filtrets separationseffekt och genom att mäta halten av kvarvarande damm i luften i lokalen.

Ett avbrott i försöksarbetet fick göras kort efter uppstart. Högspänningsfunktionen till ESP-enheten slutade att fungera och en ny högspänningsapparat måste levereras. Orsaken till problemet var enligt leverantören att isolatorn blivit våt. Som standard finns värme element och fläkt som skydd, men då denna installation endast var temporär hade behovet av detta skydd bedömts som litet och uteslutits. ESP-filtret var placerat utomhus.

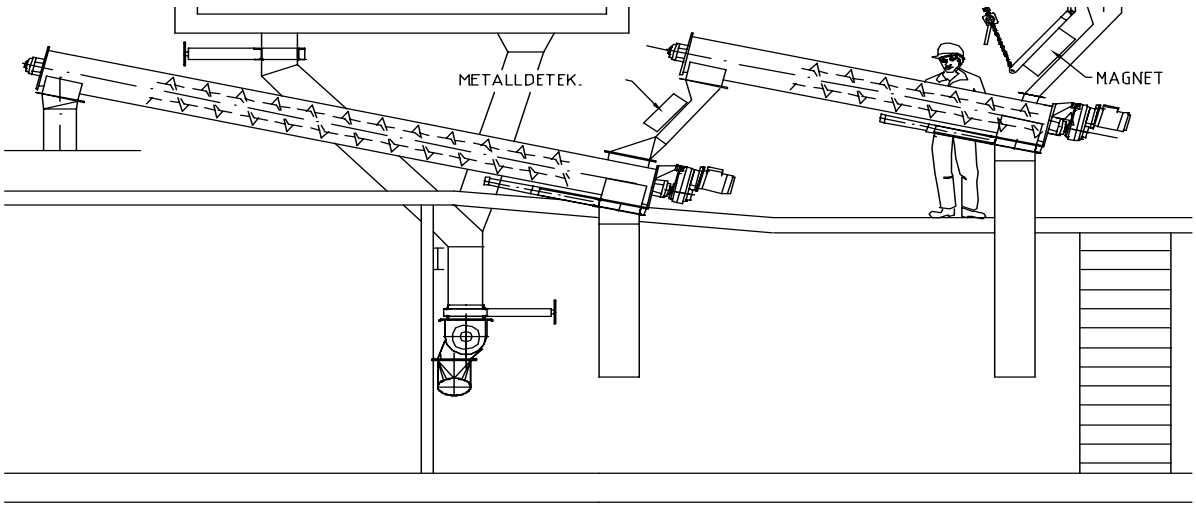
4. Tillkommande åtgärder

I samband med funktionstest av ESP-filtret
Vid ett första test, där ESP-filtret kopplats in för ventilation av lokalen, noterades att ESP-filtret inte fungerade tillfredställande. Detta tyddes som att filtret blivit starkt överlastat. Det visade sig att krossen trots allt var den stora dammkällan. Kapslings- alternativen blev därmed åter aktuella.

För att kunna slutföra funktionstesterna med ESP filtret bedömdes det att dammkällan vid krossen borde åtgärdas för att ge rimliga förhållanden för filtret. Detta innebar att göra funktionen utmatning från krossen dammtät och med fungerande anslutning till det befintliga filtret alternativt till IonBlast filtret. Anslutningen mellan skruven och elevatorn var för tät, vilket förorsakade att anslutningen till filtret blockerades och förhindrade evakuering av krossens övertryck. Detta problem löstes och skruvens båda ändar anslöts till filtret.

Ny permanent lösning
Förhållandet att inmatningsenheterna, matare och bandtransportör, inte var förberedda för kapsling och att primärmaterialets naturfuktighet kraftigt störde vibrationsmatarnas funktion, gjorde att intresse uppstod för alternativ utrustning.
olika förslagen fann vi att transportskruvar, som i sig själva är helkapslade, kunde kombineras med magnet och metalldetektor till en framgångsrik lösning på problemet
Kravet på att foderkalk inte får innehålla metallpartiklar gör att befintlig permanent- magnet och metalldetektor på bandtransportören måste ingå i alternativen. Bland de olika förslagen fann vi att transportskruvar, som i sig själva är helkapslade kunde kombineras med magnet och metalldetektor till en framgångsrik lösning till problemet
med inmatning till krossen.

ENBEMA, teknisk materialhantering AB fick uppdrag att utarbeta layout och leverans av utrustningen. Leverans och installation bör vara avslutad under februari mars 2005.



Matning till krossen med skruvtransportörer. Permanentmagneten och metalldetektorn är installerade i stupen.
Ritning ENBEMA

5. Funktionstest av Ion Blast ESP-filter – Dammätningar

Mätningar av damm med IonBlasten i funktion är utförda dels före dels efter kapslingsjusteringen under krossen.

Funktionstester och mätningar utförda före kapslingsåtgärder under krossen

Dammutsugning med befintligt filter

Mätning 1 utfördes den 26- 30:e april 2004. Inga åtgärder mot spill och damning var utförda. Dammutsugning skedde via det befintliga filtret. Mätningarna av damm i lokalen visar ett tidsvägt medelvärde på 329 mg/m³. Halterna i lokalen varierade mellan 240 till 434 mg/m³.

Dammutsugning med Ion Blast ESP filter

Mätning 2, utfördes den 8:e, 13:e och den 20:e september 2004. Inga åtgärder mot spill och damning var utförda. IonBlast ESP-filtret var installerat för ventilation av lokalen. Den 8:e blev dammhalterna i lokalen 1163 mg/m³. Den 13:e 1550 mg/m³. Den 20:e 567 mg/m³, men då var en dammsugare installerad för att sänka övertrycket i systemet.
ESP-filtret verkade överbelastat. Efter denna test konstaterades att krossens utmatning och anslutning till filter borde åtgärdas , se kap 4 Tillkommande åtgärder.

Funktionstester och mätningar utförda efter kapslingsåtgärder under krossen

Mätning 3, utfördes den 13:e januari 2005. IonBlast ESP-filtrets effektivitet skulle utvärderas. ESP-filtret var inkopplat dels istället för det befintliga filtret efter krossen samt vid inmatningen till krossen. Mätningar gjordes före och efter ESP-filtret var anslutet. Mätresultaten visade att filtret tog bort 14-19 % av den emitterade stoftmängden. Mätmetoden har bättre noggrannhet än 10 %.

Inställningarna på ESP-filtret för spänning och ström var enligt de förutsättningar som givits av leverantören. Också luftmängden var given av leverantören. Bäst resultat uppnåddes dock med reducerad luftmängd, ca 3400 m³h. Trots detta föreföll filtret vara överbelastat. Följande har noterats om mätförhållandena: goda väderförhållanden, lufttemperatur 6-12 plusgrader och luftfuktighet 55% RH. Eftersom krossanläggningen är installerad i en byggnad har vädret endast marginell betydelse för mätresultatet, eventuellt kan fukthalten i det inmatade materialet variera något. ESP-filtret står utomhus.

Mätning 4, utfördes också den 13:e januari 2005 för att kontrollera dammhalten i lokalen. IonBlast ESP-filtrets anslutning var som i mätning 3. Halten damm i lokalen uppmättes till 51 mg/m³.

6. Resultat och slutsatser

A1. ESP-tekniken ger visuellt omedelbart en mycket tydlig positiv inverkan på arbetsmiljön inne i lokalen.

A2. De i testet uppmätta emissionsvärdena 51 mg/m³, dvs. mängden damm i lokalen har i stort set sänkts 5-10 gånger. Dock är avskiljningsgraden inte tillfredsställande. Endast 14-19% av emitterad mängd avlägsnades.

A3. Genomförda tester visar att ESP-tekniken inte bör installeras i intermittenta processer (foderkalkanläggningen körs intermittent) eftersom ESP-filtret uppenbarligen fungerar tillförlitligare i kontinuerlig drift.

A4. ESP-tekniken högspänningsenhet är känslig för kyla och fukt men med lämpliga arrangement rapporteras god funktion.

B1. För korrekt dimensionering måste dammemissionens kvantitet och typ fastställas. I vår studie är det föreslagna filtrets reningskapacitet tydligt överbelastad, alternativt olämpligt för den aktuella typen av mineraldamm, fukthalt.

C2. Varierande parametrar
Ur den specifikation som presenterades i offerten från IonBlast finns många uppgifter/antaganden som behöver klarläggas, t.ex.

- Om typ av damm, kalksten, dammets densitet, reduktiongrad till PM500 och PM10, partikelkoncentration samt ett (typiskt) Mass Concentration in/out diagram.
- Hur känsligheten för dammaterialet variabler påverkar effektiviteten framgår inte. Inte heller nämns eventuellt fuktighetsberoende.
- Kan känsligheten för att den antagna partikelkoncentrationen överskreds med 15 till 20% ge ett så överraskande stort utslag?
- Hade ett större antal emissionselektroder påverkat resultatet tillräckligt positivt?

B2. ESP-tekniken är genom enkel installation, användbar såväl stationärt som mobilt. Baserat på referensuppgifter kan tekniken betecknas som generell, bland referenserna finns, processindustrier, sågverk, stålverk etc. Genom kombination av flera/många sexkantiga celler kan t.ex. vid värmekraftverk mycket stora gasmängder renas.

C1. Energibesparing
För endast ESP-tekniken är energibehovet försumbart. Det krävs dock en fläkt på 7,5 kW för transport av 5000 m³/h dammblandad luft genom ESP-enheten. Totaleffekten motsvarar därför nästan ett konventionellt filter. Ett marginell lägre energibehov för lufttransporten kan teoretiskt påvisas, jämfört med konventionella filter.

7. Kostnader.

Enligt de kostnadsuppgifter som leverantören lämnat baserat på aktuell enhet är en IonBlast ESP-enhet investeringsmässigt dyrare än ett konventionellt filter. Då filtret enligt mätningarna är överbelastat, blir troligen en anpassad enhet ännu dyrare. För att kunna bedöma om de sannolikt lägre underhållskostnaderna och de marginellt lägre energikostnaderna uppväger skillnaderna i kapitalkostnader krävs fler referenser.

MinBaS rapport nr 1:3 Dammkapsling, bandrensning och spilluppsamling för en bandomlastning

MinBaS Projekt nr 1,52 Åtgärder mot damning – Maskinella åtgärder på en krossanläggning

DAMMKAPSLING, BANDRENSNING OCH SPILLUPPSAMLING FÖR EN BANDOMLASTNING

Lin Tennung, NCC Roads AB Sverige Sydväst

Anders Lindahl, MinFo

Borås augusti 2004

Sammanfattning

Bergtäkten och krossanläggningen hos NCC Roads AB i Borås har med åren genom expanderad urbanisering kommit att upplevas som miljöstörande, främst av buller och damning. Anläggningen genomför ständigt miljöförbättrande åtgärder. Antalet dammkällor är betydande och förbättrad kapslingsteknik, som stöd till befintligt centralfilter, är av intresse och förväntningarna på studien höga.
Föremålet för studien är en bandomlastning mellan ett fast band och ett svängbart upplagsband vilka transporterar alternativa materialfraktioner 0-18 och 0-32, kapacitet 50-300 ton per timme. Omlastningen led av både damning och spill och syftet med projektet var att bekämpa damningen samt eliminera spill från omlastningen och returparten.
Ett nytt omlastningsstup, som skall fungera för det svängbara bandets alla positioner installerades. Bandrensningen utökades från en till tre bandrensare, tillsammans med en spilluppsamlande skraptransportör. Dammkapslingen utökades och pålastningstratten förlängdes. Skraptransportören slavkopplades elektriskt med bandtransportören och försågs med ett inställbart pausrelä, vilket grundinställdes på gångtid 2 min, paus 10 min.

Resultatet av de genomförda åtgärderna kunde redan vid provkörning visuellt avläsas och noteras väl uppfylla förväntningarna. För mätningsresultat och fler detaljer se projektrapportens sida 5.

Summary

Subject for this study is a conveyor transfer point. One fix discharge conveyor Bw= 650 mm and one radial stockpile conveyor Bw=1000 mm. Fractions to be handled 0- 5, 0- 18 and 0-32 mm. Capacity range 50-300 MTPH

Qualities to be examined and proven are: The dust encapsulation, a transfer chute, a spillage free transfer, and a belt cleaning system.

Dust encapsulation. The existing design was only partly encapsulated. The new totally encapsulated design was aimed for maximum volume. Unfortunately the distance in height could not be increased but the receiving feed hopper is enlarged to 4 m in length and the top cover is raised. The outlet end of the hopper is minimized. The flexible connection to the radial conveyor is rubber skirts. No connection to a dust suppression filter system is considered as the design is supposed to be dust tight and spillage free. The potential energy saving range is 5,5- 7,5 kW per operating hours.

Transfer chute. The existing chute did not meet the actual performance and is replaced by a suitable design for the actual flow control. During the design stage was considered the flow variation in capacity and the location of the radial receiving conveyor, as well as the wear protection request by arrangement of a rock box using “Hardox” steel reinforcing edges.

Spillage free transfer. The common conveyor feed hoppers and skirts are designed based partly on standards for load section and capacity figures, and partly to meet the feed arrangements, chutes, feeders etc. The formula for load sections (0,9 Bw - 50 mm) allows for to narrow material free belt zones, that can not accommodate the belt manufacturing tolerances and run misalignment. Those narrow edge zones are not sufficient to prevent spillage when misalignment travel moves a belt edge inside the feed hopper seals.
The design, of the feed hopper of this case study, increases the width of the free edge zones by 100 mm to 175 mm which is assumed to prevent spillage even at the greatest misalignment possible. The size of the discharge opening of the transfer chute is 620 mm, which will reduce wear on the feed hopper sides.
The belt supports under the feed hopper are made of stiff supported plastic sheets, thus preventing any possible belt sag.

Belt cleaning system. The original “pre cleaner” was kept, and two “fine cleaners” were added. The brand of all cleaners is Metso and the location can be seen on the sketch above. A spillage collecting apron conveyor is installed under the belt cleaners. The collected spillage will be conveyed and discharge to the transfer chute, thus reclaimed as a product. In order to evaluate the efficiency of the original single cleaner and the triple cleaner system the amount of spillage from the first five return idlers was collected.
At the transfer point was also arranged two new platforms, allowing easy access for service and inspection of all equipments but particular of the heavily wear exposed cleaners.

Innehållsförteckning Sid nr

Sammanfattning		3
Summary		5
1.	Bakgrund	8
2.	Energibesparning	8
3.	Projektrapport	8
3.1	Allmänt	8
3.2	Transportörspecifikation	9
3.3	Dammätningar	10
4.	Bandrensning	11
4.1	Noteringar	11
4.2	Spillhanteringskostnader	12
4.3	Aktuellt bandrensarsystem	12
5.	Slutsatser	13
6.	Foton	14

1. Bakgrund

Detta projekt, ombyggnad, studie och mätning som utfördes hos NCC Roads AB i Borås är anslutet till det större dammprojekt som drivs inom MinFo med stöd av Energimyndigheten. Noteras bör att den teknik som beskrivs och det resultat som dokumenterats gäller generellt inom branschen.

2. Energibesparing

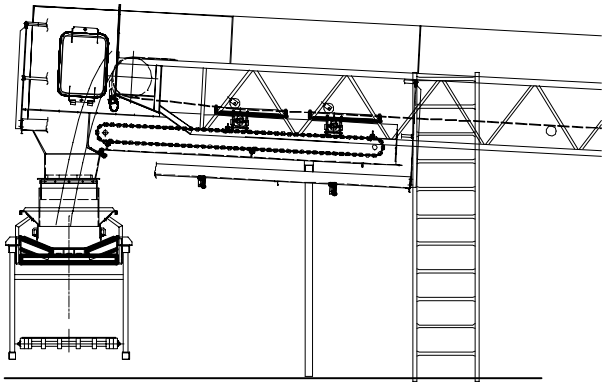
Den ursprungliga installationen var inte ansluten till filter. Nuvarande enklaste praxis är att installera ett ”punktfilter” vid omlastning av material som innehåller 0-fraktion.
Dock bedöms att installationer liknande den som utförts/beskrivs nedan inte har något behov av anslutning till filter. Besparingspotential ca 5,5-7,5 kW

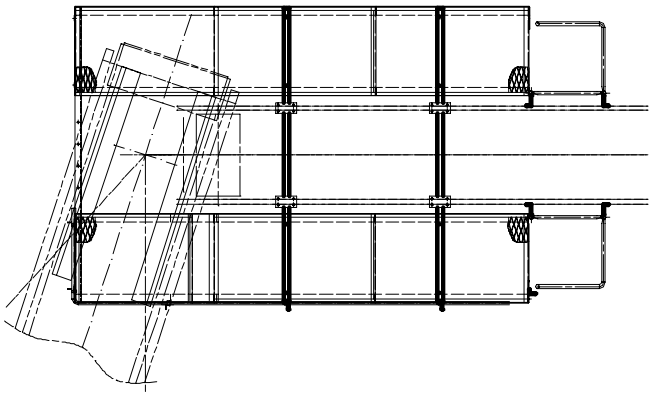
3. Projektrapport

3.1 Allmänt

NCCs anläggning i Borås består till stor del av utrustningar flyttade från anläggningen I Wallhamn. I samband med installationen utfördes viss rekonditionering men inga kompletterande åtgärder mot damning. Efter idrifttagandet genomförs nu ett program av åtgärder mot damning och flöden innehållande 0-fraktion prioriteras. Exempelvis kan nämnas att två bandtransportörer för lagerinlastning har försetts med automatiska teleskopstup.

Som objekt för denna studie valdes en omlastning mellan en fast bandtransportör och en svängbar lagerinlastande bandtransportör. Omlastningsarrangemanget var dåligt anpassat med kraftigt spill och damning som följd. Att den mottagande transportören var svängbar utgjorde en extra utmaning för konstruktören.





3.2 Transportörspecifikationer

Pos nr./ serie nr.	30/ 2453	24/ 6185
Bandbredd mm	650	1000
Bandhastighet m/s	1,3	0,8
Belastad bandbredd mm	650	800
Längd c/c ändtrummor m	30	50
Stigningsvinkel º	4	18
Installerad effekt kW		2x15
Bär- och returrullsdiameter mm/trågvinkel	108/30	108/45
Avstånd mellan returrullar standard/m	3	3
Godsfraktioner mm	0-18, 0-32	0-18, 0-32
Bulk densitet t/m³	1,6	1,6
Original bandrensare Metso förskrapa antal	1	1
Tilläggs bandrensare Metso T-cleaner N, antal	2	0
Spillskrapa längd m/effekt kW/hastighet m/s	3/0,55/0,08	0

Layouten för projektet omfattade ombyggnad och utökning av kapslingar, omlastningsarrangemang, bandrensning, spilluppsamling med en skraptransportör samt el-utrustning. Eftersom inställningen av skraptransportörens intermittenta driftsekvens knappast skulle behöva bli frekvent justerad valdes en enkel slavdrift med transportören och endast ett inställbart drift- pausrelä med grundinställning; drift 2 min. och paus 10 min.

Efter uppmätning av den befintliga installationen och anbudsgivning valdes BMH Kellve AB, Kvänum till leverantör av utrustning och installation. Under konstruktionsfasen avstämdes tekniken och i fokus kom då frågor som slitage (mullhyllor) åtkomlighet (plattformar) och bandrensarfabrikat (anläggningens standard) etc. Vi hade också en utmärkt möjlighet att under arbetet rådgöra med Metsos representant beträffande installation och intrimning av bandrensarna. Installationen bjöd, som alltid när befintlig äldre utrustning ingår, på problem men Kellve löste enkelt dessa och efter provdrift var behovet av justeringar litet. Slutligen levererades teknisk dokumentation med CE-märkning samt överensstämmelsecertifikat.

Resultatet av de genomförda åtgärderna kunde redan vid provkörning visuellt avläsas och noteras väl uppfylla förväntningarna.

3.3 Dammätningar (emission) Mätningsprincip etc.

Företag: NCC Roads Ballast 2004-08-09
Er referens: Lin Tenung
Adress: Industrigatan 32 504 62 Borås

Rapport
Ärende:
AB Previa har efter beställning av Lin Tennung, NCC Ballast, utfört två emissionsmätningar före och efter åtgärd.
Analys och resultat:
Emissionsmätning före åtgärd utfördes 2004-04-23 och mätning efter åtgärd ägde rum 2004-06-23. Det registrerades ca 200 värden för respektive mätdag och produktionen vid båda tillfällen sades vara normal. *Mätningen skedde med ett värde per minut och på ett avstånd av 1,5 m från objektet och på läsidan. Resultatet är sannolikt påverkat av flera kringliggande dammkällor.*
Vädret vid första mättillfället var ostadigt. Det var duggregn som vid middagstiden gick över till regnskurar. Då avslutades mätningen eftersom nederbörd kan påverka resultatet. Andra mätningen gjordes i juni då det var uppehåll.

Mättillfälle	Temperatur °C	Luftfuktighet %	Max koncentration mg/m³	Medelvärde mg/m³
2004-04-23 (före åtgärd)	**7,2**	**78**	**55,02**	**0,464**
2004-06-23 (efter åtgärd)	**12**	**69**	**2,93**	**0,178**

Den okulära utvärderingen liksom den tekniska analysen visar en klar förbättring.
Den del av anläggningen som orsakade stor dammspridning är nu inbyggd och dammhalten vid mätplatsen har minskat till en tredjedel eller ännu lägre. Åtgärden bedöms vara ett effektivt sätt att dels förbättra arbetsmiljön för medarbetarna och dels ta hänsyn till den yttre miljön.

Utrustning:
Den kursiva texten ovan är av författaren inhämtade kompletterande informationer.
Damm;
Dataram 1000 tag nummer 2
Dataram 1000 tag nummer 1

Temperatur och luftfuktighet;
Novasina
ELECTRONIC HYGROMETER MIK 3000
Bahar Ahlgren
Arbetsmiljöingenjör
AB Previa
Emissionsmätning NCC- ballast

4. Bandrensning

För att få en indikation om hur bandrensningen förbättras med tre bandrensare uppsamlades spill från returrullar, se tabell.

Provtagningsperioden före ombyggnad 2004-03-30 till 2004-04-15 = 16 kalenderdagar varav 10 är produktionsdagar.
Produktion av huvudsakligen fraktionerna 0-18 och 0-32
Produktion över aktuell transportör (Bw 650 mm) 4688 ton anläggning totalt 32000 ton.

Provtagningsperioden efter ombyggnad 2004-05-19 till 2004-06-09 = 20 kalenderdagar varav 11 är produktionsdagar.
Produktion av huvudsakligen 0-5 och 0-18
Produktion över aktuell transportör (Bw 650 mm) 3121 ton anläggning totalt 26000 ton .

Spill	Spill i omlastningen	Spill 1.a returrullen	Spill 2.a returrullen	Spill 3.e returrullen	Spill 4.e returrullen	Spill 5.e returrullen	Ø/rulle
Före ombyggnad	Betydande	486	309	209	136	140	256
Efter ombyggnad	Försumbar	144	366	241	140	83	195

4.1 Noteringar

När mätningarna gjordes hade transportören nya och perfekt intrimmade bandrensare.
Under de två mätperioderna var vädret stabilt och torrt. Skillnaden i producerad mängd beror på fraktionskapaciteten. Skillnaden i antalet produktionstimmar (en) är kanske försumbar däremot påverkar säkert skillnaden i kalenderdagar (fyra) provresultatet negativt pga. mer diffusdamning kan ha fångats i baljorna.

Vid mätningen, före ombyggnad, hade transportören en bandrensare typ förbandrensare och vid mätningen, efter ombyggnad, tre bandrensare en typ förbandrensare och två typ finskrapa. Alla fabrikat Metso och är standard för anläggningen.

Rensningseffekten med flera bandrensare i serie avtar sannolikt asymptotiskt med antalet, dock upprätthålles rensningseffekten längre eftersom slitaget blir lägre med sjunkande smutsgrad.

Kontrollsiktning visade t.ex. att andelen <125 mym ökade från 89,7 till 95,4 %
Det separat uppmätta spillet från de fem returrullarna är tydligen påverkade av många yttre faktorer som från vind- och diffus damning skyddat/oskyddad placering, rullens kondition och sekundär funktion (ex. bandstyrande), etc. Även det transporterade materialets egenskaper påverkar mängderna.

De uppmätta genomsnittsvärdena indikerar en spillreduktion på ca 30%

Dock är erfarenheten den att problemet ändå finns och måste alltså bero på att varken rullar eller bandrensare är i acceptabel funktion. En mätning helt utan bandrensare hade kanske kunnat ge en fullständigare bild av problemet.

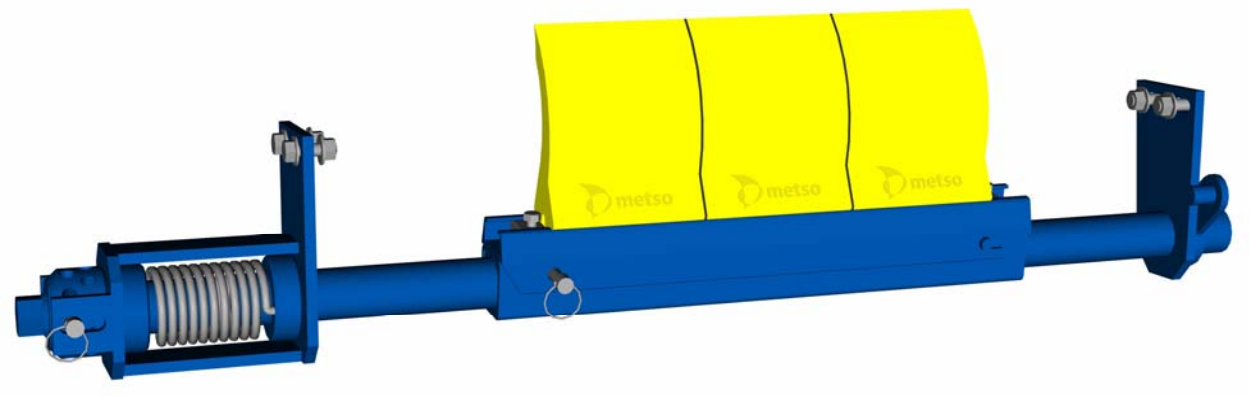
Obs detta prov är inte vetenskapligt korrekt. För att få ett riktigt resultat måste förutsättningarna göras identiska och repeteras.

4.2 Spillhanteringskostnader

Under försöket med spill från returrullar, och med erfarenheter och information från anläggningsenkäter kommer kostnadsfrågan in i fokus. Den redovisas sannolikt som en del av produktionskostnaderna och om någon djupare kostnadsanalys finns känner vi inte till. Det faktum att damm och spill orsakar många problem och kostnader utgör en stor svårighet för analyser, ex. anläggningens storlek och ålder, uppsamling och bortforsling, kontaminering gör spill till skrot, inträngning i maskiners kul- och rull- och glidlager, motorer etc. Dock torde kostnaden ligga i intervallet 0,50 till 1,50 kronor per ton.

4.3 Aktuellt bandrensarsystem

Metso Förskrapa ABC90 med skrapaxel



Metso T-skrapa med skrapaxel

5. Slutsatser

- Ovanstående mätvärden, spill och damm, indikerar ett nästan försumbart spill, efter montage av pålastningstratt, stup, dammkapsling, bandrensare och skraptransportör.
- Rengöringsbehovet kring omlastningen är numera i princip obefintligt.
- Uppmätta värden visar en reduktion av dammbildning med ca 66%.
- Största vinsten i projektet är bättre arbetsmiljö och mindre damm för omgivningen
- Anläggningen är enkel att underhålla och slitdelar kan bytas utan större ingrepp och bekvämt från serviceplattformar.

Kostnader
Kostnaden för denna försöksanläggning ligger på omkring 500.000:-, inklusive eget arbete och kostnader. Kostnaden för dammätning ca 13.000:- tillkommer men är specifik för denna studie. För en modern nyprojekterad anläggning som kravuppfyllande innehåller korrekta dimensionerade konstruktioner för damm- och spillbekämpning, trappor och plattformar tillkommer kostnaden för spillskraptransportör och extra bandrensare med ca 200.000:- till 250.000:- vilka ofta kan ballanseras av minskade kostnader för investering, energi, drift och underhåll av filter(system).

6. Foton

Före ombyggnad

Efter ombyggnad

Sammanfattning + Innehållsförteckning - Examensarbete nr E2748, maj 2003, Damning i bergtäkter, Jakob Lidén, Bergsskolan, Berg- och mineralteknik

Sammanfattning av examensarbete, Damning i bergtäkter Jacob Lidén

Vid verksamhet i bergtäkter alstras stora mängder damm.
I takt med att städerna växer hamnar täkterna alldeles i bebyggelsens närhet och då ökar klagomålen från grannarna.
Inom NCC finns en mängd metoder och expertis för att begränsa dammet från täkterna. Problemet är dock att expertisen och kunnandet inte är samlad, utan är utspridd i hela landet.
Examensarbetet syftar till att lokalisera de stora och svårbemästrade dammkällorna, sedan försöka hitta enkla, ekonomiska och effektiva metoder att begränsa damningen och med det förbättra det ibland dåliga rykte som bergmaterialbranschen lider av.
Det har visat sig att de största dammkällorna i de flesta fall är upplagshögar och vägar där transportfordon färdas.

Summary

Large amounts of dust are being generated in quarrying activities.
As the cities are growing the quarries are ending up closer to populated areas, simultaneously complaints starts from nearby living citizens.
Within the company NCC there is lots of knowledge for dust suppressing, however the expertise and know-how is spread out all over Sweden.
This thesis points out the large and difficult dust sources and try to find simple, economical and effective methods for suppressing and limiting the dust to help improve the sometime poor reputation the Swedish quarrying business is suffering from.
It has shown that the largest dust sources are coming from stockpiles and roads where transport vehicles are driving.

Innehållsförteckning

Sammanfattning
Summary
1 Inledning
2 Syfte och avgränsning
3 Definition av damm
4 Mätmetoder
4.1 Insamling av partikelprov
4.2 Bestämning av partiklar med direktmätande instrument
5 Myndighetsaspekter
6 Dammursprung
7 Bekämpningsmetoder
7.1 Sprängning, 7.2 Lastning, 7.3 Transportvägar, 7.4 Krossning, 7.5 Transportband
7.5 Siktar, 7.7 Upplag
8 Slutkommentar
9 Källförteckning