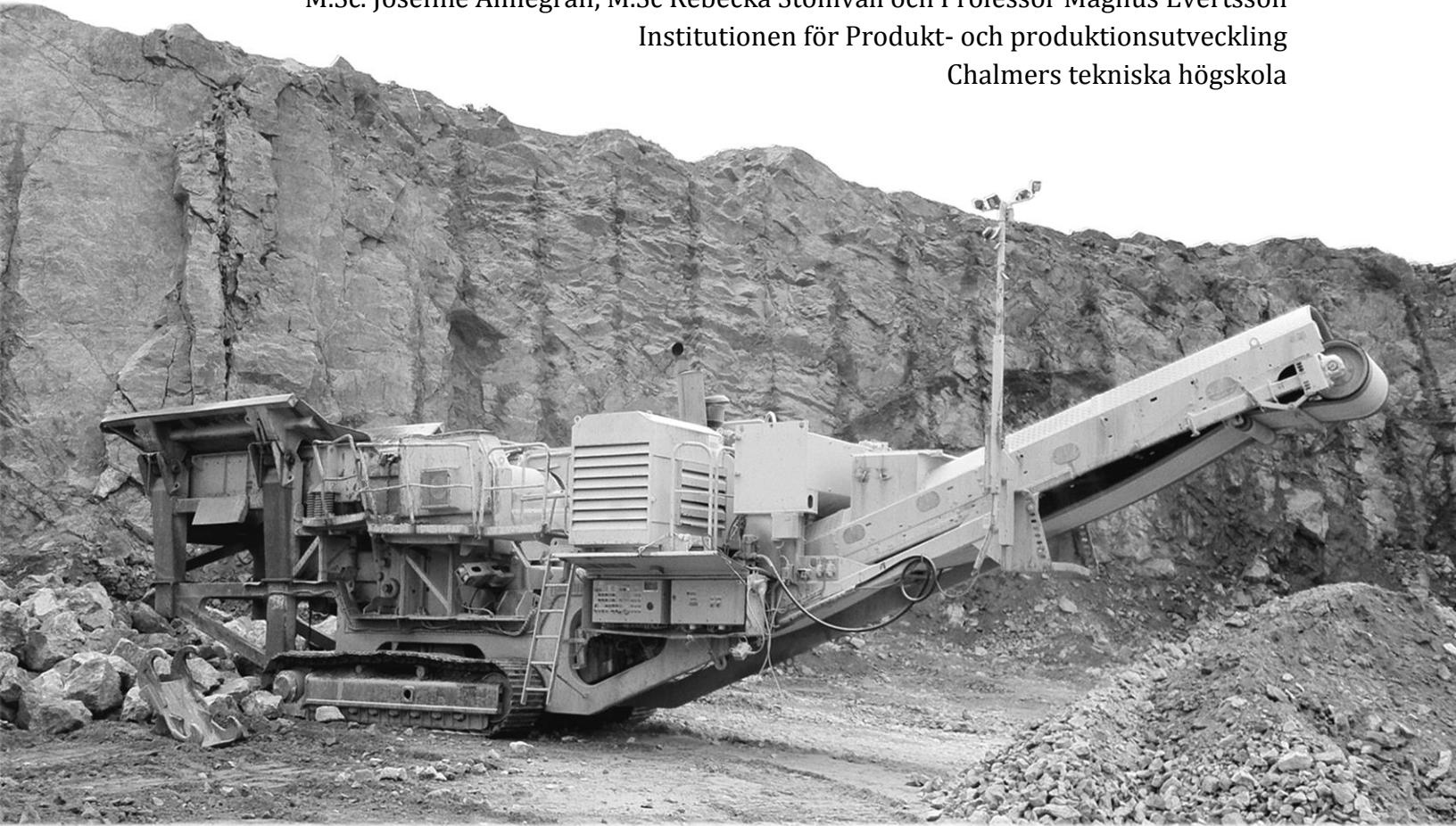


TRÅDLÖST MASKINSTOPP

- implementering och utvärdering på krossanläggningar

M.Sc. Josefine Älmegran, M.Sc Rebecka Stomvall och Professor Magnus Evertsson
Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling
Chalmers tekniska högskola



SLUTRAPPORT

SBUF - ID 12631

CHALMERS

SBUF 

FÖRORD

Säkerhet på våra arbetsplatser är en högt prioriterad fråga. Inom krossverksamhet där man hanterar tung utrustning som är utsatt för ett kraftigt slitage finns det några aspekter där vi tror att säkerheten skulle kunna förbättras. En av dessa aspekter är att kunna stanna maskinen när så behövs, både i nödsituationer och för att underlätta den dagliga driften. Det är egentligen en självklarhet att inte närma sig maskiner med rörliga delar som är i drift utan att stanna dem, men av praktiska skäl förekommer det då och då och tyvärr händer det därför ibland att olyckor inträffar. Projektet som presenteras i denna rapport är del tre i en serie av projekt med syftet att öka säkerheten i krossbranschen.

Installation av maskinstoppssystemet har gjorts på krossanläggningar i Göteborg med omnejd. Den del av projektet som har utvärderat utförda installationer har utförts på Chalmers tekniska högskola i Göteborg, av M.Sc Josefine Älmegran och M.Sc Rebecka Stomvall tillsammans med Bitr. Prof. Magnus Evertsson (Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling, Chalmers tekniska Högskola).

Finansieringen av projektets arbete som utförts av Chalmers kommer från Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF). Delar av arbetet har finansierats av de deltagande företagen och organisationerna internt. SBUF:s branschrepresentanter var Pär Johnning (NCC), Jonas Engdahl (Skanska) och Nicklas Stenqvist (Swerock).

Med en tämligen liten insats i kombination med ett gott samarbete med representanter från branschen har intressanta och konkreta resultat erhållits. Samtliga inblandade tackas för ett gott utfört arbete.

Josefine Älmegran, Rebecka Stomvall och Magnus Evertsson
Göteborg, 2013

SAMMANFATTNING

I föreliggande rapport redovisas genomfört arbete samt resultat och rekommendationer för projektet "Trådlöst maskinstopp för krossbranschen". Detta projekt är en fortsättning på ett tidigare presenterat kandidatarbete som genomfördes under våren 2010 vid Chalmers samt det undersökande SBUF-projektet "Mobilkrossar - tillförlitligt mobilt nödstopp" SBUF-ID 12558 som genomfördes 2011/2012 vid Chalmers. Syftet har varit att implementera de resultat som undersökningarna i föregående projekt resulterade i.

Fyra företag har deltagit i projektet; NCC, Sand och Grus AB Jehander, Skanska och Swerock. Företagen har valt ut varsin kross till vilken de har köpt in och installerat det rekommenderade maskinstoppssystemet från föregående projekt. Efter en tids installation har representanter från Chalmers besökt operatörerna och genomfört intervjuer om systemet.

Maskinstoppssystemet består av en mottagare och antenn som installeras på krossens nödstoppsslinga. Mottagaren har en god säkerhetsklassning (IP65) och är CE-märkt. Systemet aktiveras med en trådlös sändare. Vid aktivering stängs hela krossverket av. Sändaren är ca fem (5) cm hög, har en knapp på framsidan och en klämma på baksidan så den kan fästas på kläderna.

Samtliga intervjuade operatörer har varit väldigt positiva. Flera var till en början tveksamma till installationen, men systemets smidiga utformning fick dem att ändra uppfattning. Den gemensamma uppfattningen är att maskinstoppet ökar säkerheten på arbetsplatsen och systemet borde spridas i branschen. Dessutom har flera operatörer funnit sätt som maskinstoppet förbättrar arbetsmiljön och underlättar det dagliga arbetet. Trots den positiva inställning har flertalet av operatörerna haft svårt att komma ihåg att sätta på sig sändaren när de arbetat kring krossen. Tekniken hos maskinstoppssystemet anses väldigt bra, men den stora utmaningen ligger i att förbättra säkerhetsrutiner.

Systemet har fått positivt gehör under projektet och anses av alla deltagande höja säkerheten i branschen och vara robust och tillförlitligt. Rekommendationen är att trådlösa maskinstoppssystem ska installeras på fler krossanläggningar och på sikt bli standard för nyproducerade krossverk.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Bakgrund	5
Syfte	6
Projekt mål	6
Organisation	6
Val av stoppsystem	7
Maskindirektiv & Standard.....	9
CE-märkning och garanti.....	9
Utvärdering av installerade maskinstopp	9
Inkoppling på Swerock i Fröland, Uddevalla	10
Inkoppling på Sand och Grus AB Jehander i Fjärås	12
Inkoppling på Skanska i Skene	14
Inkoppling på NCC Rångedala Grus AB	16
Sammanfattning av utvärdering.....	19
Diskussion	20
Framtiden	21
Slutsatser	23
Referenser	25
Bilaga 1 – Tekniska specifikationer	26

BAKGRUND

Under vårterminen 2010 genomfördes ett kandidatarbete som behandlade mobila krossverk och arbetsplatsen omkring dessa av elever på Teknisk Design, Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling, Chalmers. Syftet var att hitta möjligheter för att förbättra arbetsituationen och säkerheten för operatörerna. Kandidatarbetet genomfördes i samarbete med Sveriges Bergmaterialindustri (SBMI).

Eleverna satte sig in i arbetsituationen för operatörer på mobila bergkrossar. Ur studien framkom 24 problemområden varav 15 ansågs viktiga men låg utanför projekts ramar. Efter diskussion med SBMI prioriterades området nödstopp då det ansågs vara ett av de viktigaste förbättringsområdena.

Eleverna konstaterade att ett bärbart och trådlöst nödstopp skulle vara önskvärt. Man tog därefter fram förslag till en prototyp tänkt att fästas i en byxficka och aktiveras genom drag. Målet var att stoppet skulle vara lätt att aktivera vid behov men svårt att aktivera av misstag. Kandidatarbetet fokuserade på användarperspektivet. Tekniken för att realisera lösningen behandlades inte.

Som en fortsättning på kandidatarbetet startades ett projekt (SBUF-ID 12558) under hösten 2011 inriktat på att inventera marknaden för befintliga lösningar och möjligheter att implementera den identifierade viktiga nödstoppfunktionen. Projektet finansierades av SBUF samt de deltagande företagen med så kallade "in-kind"-insatser. Ur projektet framkom att det fanns två olika möjligheter på marknaden:

1. Nödstopp med godkänd nödstoppsändare
2. Maskinstopp med enklare sändare med endast en (1) knapp

Projektet resulterade i förslag på ett lämpligt system av vardera slaget där tanken var att installerande företag än en gång skulle få ta ställning till vilken typ av stoppsystem man föredrog.

Som en fortsättning på utredningsprojektet startades i början av 2012 ett projekt för att installera och utvärdera trådlösa stoppsystem på fyra utvalda krossar för att komma fram till bästa förutsättningarna för att lyckas med implementering av stoppsystem på krossar i drift. Resultatet av implementeringsprojektet samt utvärdering av de fyra installationerna med uttalanden från operatörer presenteras i denna rapport. Därutöver presenteras rekommendationer för intresserade företag samt en diskussion om hur branschen bör fortsätta arbetet med trådlösa maskinstopp för att förbättra säkerheten i branschen som helhet.

SYFTE

Projektets syfte är att implementera och utvärdera ett trådlöst maskinstopp för krossar. Detta är en arbetsmiljö- och säkerhetsfråga. Säkerheten i branschen i allmänhet bör förbättras och installationen av trådlösa maskinstopp är ett steg i rätt riktning.

Projektet är tänkt att belysa de säkerhetsbrister som finns på mobila och fasta krossanläggningar och samtidigt öka säkerheten genom att installera trådlösa stoppsystem på krossar i drift. Den långsiktiga förhoppningen är att trådlösa maskinstopp ska installeras på alla krossar i drift samt bli standard vid konstruktion av nya krossar.

PROJEKTMÅL

Följande projektmål sattes upp inför projektets start:

- Fastställ krossverk för installation (3-5 st)
- Fastställ ingående standardkomponenter i stoppsystem
- Kontakta krosstillverkare för att undersöka hur certifiering påverkas vid inkoppling av maskinstopp på CE-märkta maskiner
- Installation av stoppsystem
- Testperiod av stoppsystem
- Utvärdering genom intervjuer med operatörer

ORGANISATION

Projektet har varit bemannat med personal från Chalmers tekniska högskola (projektingenjörer samt projektledare) och personer från krossföretag i västra Sverige.

Projektets organisation:

- Björn Strokirk (SBMI)
- Joakim Heise (SBMI)
- Pär Johnning (NCC)
- Jonas Engdahl (Skanska)
- Nicklas Stenqvist (Swerock)
- Michael Möll (Sten och Grus AB Jehander)
- Magnus Evertsson (Chalmers)
- Josefine Älmegran (Chalmers)
- Rebecka Stomvall (Chalmers)

VAL AV STOPPSYSTEM

Föregående projekt resulterade i rekommendationen att välja mellan två alternativa stoppsystem – ett godkänt nödstopp och ett maskinstopp. Efter diskussioner med ansvariga för respektive krossanläggning beslutade samtliga, oberoende av varandra, att koppla in det så kallade maskinstoppet (se Figur 1). Anledningen var att det ansågs olämpligt att stoppet aktiverades om sändaren kom utanför täckningsområdet vilket är fallet med nödstoppssystemet, maskinstoppssystemet sågs därför som ett bättre alternativ. Samstämmigheten de ansvariga emellan underlättade inkopplingen och utvärderingen av systemet och var dessutom i linje med utredarens åsikter. Maskinstoppet representerar en simpel och tillförlitlig lösning på problemet, eftersom att sändaren endast har en funktion, att stoppa systemet. Dessutom är dess färg (blå sändare med svart knapp) passande för dess funktion, eftersom att standardfärgen för stoppknappar är svart medan standardfärgerna för nödstoppknappar är röd med gul bakgrund, vilket förhoppningsvis ytterligare förtydligar att sändaren inte är ett nödstopp. Tanken är även att sändarens smidiga storlek (52x83x17 mm) ska öka sannolikheten för regelbundet bruk.



Figur1 Sändaren
T60-T8-53 från
Tele-Radio

När ansvarig på respektive anläggning hade framfört sina önskemål angående sändaren (dvs. att de ville ha maskinstopp istället för nödstopp), så beställdes det system som rekommenderades i föregående projekt. I samråd med leverantören rekommenderades följande komponenter:

T60-T8-53	Handsändare, 1 funktion
DIP-433K3	Dipolantenn med 3 meter kabel
T60RX-04BSL	Mottagare, 4 funktioner, 230 V
<i>alternativt</i>	
T60RX-04ASL	Mottagare, 4 funktioner, 12/24 V

Med följande valfria tillval:

HOLD-ST	Fordonshållare till sändare
M232060	Förlängning 3 meter antennkabel
M802030	Skarvhylsa till M232060

Mottagaren som valdes har en god säkerhetsklassning (IP65) och är CE-märkt. Den är sedan tidigare väl beprövad i liknande påfrestande miljöer såsom på lastbilar och till lyftkranar, vilket talade för att den skulle klara av de tuffa förutsättningarna i en krossmiljö. Mottagaren har möjlighet att styra upp till fyra funktioner. Av dess fyra funktioner kommer

endast en att behöva användas eftersom att den enda funktion som önskas är att bryta strömmen. Det finns två varianter beroende på vilken spänningsmatning krossen har (12/24 eller 230 V).

För att ytterligare öka räckviddsområdet ingår även en extern dipolantenn med 3 meter kabel i det rekommenderade systemet. Om högre placering av antenn önskas, finns kabelförlängning på ytterligare 3 meter.

Beroende på hur och var sändaren ska användas, finns olika möjligheter till hållare. Sändaren har i sitt standardutförande en klämma på baksidan för fästning på klädsel. Om sändaren är tänkt att vara placerad i en maskin en stor del av tiden, kan det vara en god idé att välja den passande fordonshållaren som tillval.

Förutom att välja stoppsystem, hade den ansvarige för krossen möjlighet att påverka vilka delar av anläggningen som skulle brytas. I alla installerade fall valde den ansvarige att hela krossen skulle stoppas vid aktivering av maskinstoppet.

För att säkerställa att systemet uppfyllde ställda krav, utfördes tester av systemet i ett laboratorium på Chalmers. För en person som inte tidigare arbetat med Tele-Radios system tog inkopplingen (från öppning av förpackning till fungerande stoppfunktion) knappt 30 minuter, vilket är ett tecken på hög användarvänlighet. Systemet kopplades in på en remdriven motor och räckvidden testades med goda resultat. Utan att ha kopplat in dipolantennen fungerade sändaren genom fyra stenväggar och ett avstånd på ca 70 meter, vilket gav goda förhoppningar om att kunna uppnå en liknande räckvidd i systemets tänkta miljö där det kan förekomma både elektriska sändningsstörningar och fysiska hinder. Resultatet av testerna ansågs tillräckligt tillfredsställande för att fortsätta med implementeringen.

Förutom att systemet visade sig vara lättinstallerat, har det fördelar i att det är billigt relativt andra undersökta stoppsystem och kostar vid inköp 2012 ca 3 800 kr. Därtill ska läggas installationskostnader (Elektriker 2-3 h) samt övrigt material som t.ex. kablar.

Ansvarig från Chalmers medlade sedan i beställningsförfarandet mellan inköpande krossföretag och Tele-Radio för att säkerställa att rätt komponenter köptes in samt för att driva projektet framåt. Tanken är att framtida beställningar ska ske direkt med Tele-Radio. För fullständiga tekniska specifikationer av stoppsystem, detaljerad information samt kontaktuppgifter, se Bilaga 1.

MASKINDIREKTIV & STANDARD

Den senaste standarden att följa (SS-EN ISO 13849-1:2008) ställer särskilda krav på nödstopp och maskinstopp. Det har framkommit att standarden tolkas olika hos olika tillverkare, vilket har lett till en variation i produktutformning. Vissa hårda krav som ställs på trådlösa nödstopp gjorde i detta projekt att nödstopp inte var ett lämpligt alternativ. Det mest avgörande var att alla studerade nödstoppssystem i det föregående projektet aktiveras när sändaren lämnar täckningsområdet. Detta var ej önskvärt bland operatörerna och det enklare systemet så kallat maskinstopp valdes därför av samtliga deltagande företag,

De krav som ställs på trådlösa maskinstopp är inte lika hårda och leder inte till några oönskade produkttegenskaper, därför är maskinstopp i detta fall att föredra.

CE-MÄRKNING OCH GARANTI

Frågan om CE-märkning och garanti av mobilkrossarna togs upp redan i utredningsprojektet. Då kontaktades både Sveriges Forskningsinstitut (SP), Svensk Maskinprovning (SMP), Inspecta, Rejlers teknikkonsulter och Rockwell Automation, vilka alla hävdade att inkoppling av ett stoppsystem innebär en höjning av säkerheten och därmed varken ändrar CE-märkning eller garanti. Att inkoppling av ett stoppsystem ska kunna ske utan att sådana förändringar sker var en förutsättning för att arbeta vidare med projektet.

För att säkerställa att tillverkarna av mobilkrossar instämde i detta uttalande, gjordes ytterligare efterforskningar i ämnet. De krossar som var identifierade för inkoppling av systemet är tillverkade av Sandvik och Metso, därför kontaktades ansvariga på dessa företag. Det visade sig att en samstämmighet råder mellan tillverkarna, att de båda är positiva till denna säkerhetshöjande åtgärd och att eventuell CE-märkning och garanti av maskinen kvarstår efter installation av stoppsystemet.

UTVÄRDERING AV INSTALLERADE MASKINSTOPP

Inför installationen av maskinstoppet valde de fyra deltagande företagen ut varsin kross som skulle delta i projektet. Installationerna påbörjades i oktober 2012. Två av krossarna är förkrossar och två är konkrossar. Krossarna är av märkena är Metso, Sandvik och Svedala. **Tre** av krossarna är del av mobila krossverk medan den fjärde är ingår i ett fast verk.

Mottagarna i maskinstoppssystemet är inkopplade på nödstoppsslingan, vilket gör att de vid aktivering har samma effekt som ett nödstopp – all ström bryts. Transportbanden stängs av

direkt. Krossarna stannar också direkt om de är fyllda med material, om de däremot är tomma tar det upp till en halv minut innan de står helt still då det inte finns något som bromsar dem.

Inkoppling på Swerock i Fröland, Uddevalla

Swerocks kross i projektet är en förkross av märket Metso Lokotrack LT110 från 1999, se figur 2. Den har stått i Fröland, Uddevalla, de senaste 4 åren. Operatören Glenn Eklund, se figur 3, har använt maskinstoppet i ca 4 månader.

Glenn har arbetat i branschen sedan 1997. Under de åren har han hittills inte upplevt någon situation där han behövt stänga av krossen för att hindra personskador. Däremot har det skett ett flertal skador på maskinen som gjort att han behövt stänga av krossen. Vid två sådana tillfällen har han aktiverat nödstoppet, men normalt försöker han låta krossen gå tom innan han stänger av eftersom det är ett stort arbete att tömma krossen på sten.

Under utvärderingstiden har Glenn aktiverat maskinstoppet fem gånger, men endast när krossen är tom för att kontrollera att stoppet fungerar. Han är väldigt positiv till maskinstoppet, på frågan om säkerheten har ökat svarar han: **"Skitbra! Det känns tryggt!"**. Han tycker stoppet är bra både för att det känns som en trygghet för honom själv, och för att han snabbare kan stänga av om någon obehörig skulle närma sig.

Maskinstopp hos Swerock AB

Kross	Metso Lokotrack LT110
Tillverkningsår	1999
Installation	Oktober 2012
Användare	Glenn Eklund och Tomas Kristiansson
Utvärderingstid	4 månader
Antal sändare	2



Figur 2 Swerocks kross i projektet, Lokotrack LT110

Dessutom ser han systemet som ett sätt att skydda själva krossen från allvarigare skador. Om något olämpligt, som t.ex. ett järnstag, skulle hamna i mataren kan han snabbt stänga av och förhindra skador. I början var han orolig för falsklarm, men inget sådant har inträffat och han känner sig nu trygg med maskinstoppet.

Innan maskinstoppet installerades var det enda sättet att aktivera nödstoppet att gå fram till krossens styrpanel och trycka in nödstoppknappen. Glenn arbetar oftast i grävmaskinen som brukar befinna sig på en hög med stenblock. Han har sändaren till maskinstoppet placerad i en hållare i grävmaskinen. Det gör att han numera kan stänga av utan att behöva springa ned till krossen, vilket är en stor arbetsmiljöförbättring. Skulle krossen behöva stängas av snabbt, riskerar Glenn inte längre att skada sig när han springer över stenarna.

Placeringen av sändaren i hållaren tycker Glenn är fördelaktig eftersom han lätt når knappen när han är i grävmaskinen. Nackdelen är att det är lätt att glömma att ta med sig sändaren när han lämnar grävmaskinen, vilket för det mesta varit fallet. Glenn håller med om att den största utmaningen är att få in en rutin att ha stoppet på sig.

Glenns kollega, Tomas Kristiansson (figur 4), har också en sändare som aktiverar maskinstoppet. Han sköter efterkrossen och åker med hjullastare och hämtar material från förkrossen som Glenn sköter. Han har oftast sändaren placerad på en hylla i hjullastaren. Också han är väldigt positiv till systemet.

”Det är en trygghet för mig också för när han (Tomas) kommer och hämtar så är han ju närmare än jag”, kommenterar Glenn angående att Tomas också har en sändare



Figur 3 Glenn Eklund i grävmaskinen med sändaren placerad på hållaren.



Figur 4 Tomas Kristiansson

Under besöket testades sändarens räckvidd och mättes till 130 meter, vilket kan anses vara väldigt bra eftersom det är inom det avståndet som Tomas har förkrossen under uppsyn när han kör med mellan krossarna.

Både Glenn och Tomas är väldigt positiva till sändarens utformning. De tycker storleken är väldigt lämplig. Hade den varit större, tycker de att det skulle vara besvärligare att använda den. En förbättring skulle vara om stoppet hade en knapp som endast stängde av mataren. Man skulle då kunna förhindra att något olämpligt hamnar i krossen utan att bli tvungen att gräva ur den efteråt. Utformningen med en klämma för att sätta fast sändaren anses bra.

Båda två tycker att maskinstoppet borde spridas i branschen; att maskinstoppssystem borde finnas på alla nya krossar från början och att äldre krossar borde få det installerat. Deras positiva inställning delas av platschefen Bo Persson, som redan har köpt in ytterligare två system.

Inkoppling på Sand och Grus AB Jehander i Fjärås

Sand och Grus AB Jehanders maskinstopp är installerat på ett fast verk i Fjärås. Krossen är en konkross, Svedala Arbrå 236-8, se figur 5. Operatören heter Roland Johansson, han arbetar normalt ensam vid verket. Stoppet installerades i oktober 2012, men Roland har endast använt det sedan början av december 2012 eftersom verkets styrsystem har byggts om.

Maskinstopp hos Sand och Grus AB Jehander

Kross	Svedala Arbrå 236-8
Tillverkningsår	Ca 1970
Installation	Oktober 2012
Användare	Roland Johansson
Utvärderingstid	2 månader
Antal sändare	1

Verket består av nio transportörer, en matare samt krossen. När maskinstoppet aktiveras stängs hela anläggningen av. En sådan avstängning innebär normalt att både krossen och transportbanden behöver grävas ur innan de går att starta igen.

Roland har hittills haft sändaren i hjullastaren. Efter ombyggnationen har han en dator i hjullastaren från vilken han kan styra hela anläggningen. Maskinstoppet ger därför ingen extra funktion när han sitter i lastaren. Roland kan dock se situationer när han arbetar kring verket då det höjer säkerheten att ha maskinstoppet. Bland annat arbetar han ibland kring mataren när den är på. Sådana situationer har dock inte skett under utvärderingstiden.

Roland har aktiverat maskinstoppet tre gånger, en gång gjorde han det av misstag när han hade det liggande i byxfickan tillsammans med sina nycklar. Han tycker därför att det är

bäst att använda sändarens klämma för att fästa den på klädseln (se figur 6 där Roland har fäst sändaren på byxans spikficka).

Under sina 37 år i branschen har Roland aldrig varit i en situation där han behövt aktivera ett nödstopp. Han har dock varit med om olyckor där han en gång ramlade ur hjullastaren och bröt foten och en annan gång klämde han handen allvarligt vid ett lyft. Roland har hört om flera olika olyckor i branschen där ett system som maskinstoppet skulle kunnat förhindra eller minska omfattningen av olyckan, framförallt händelser relaterade till att operatören fastnat i transportörer. Roland kan därför se stora fördelar med att ha ett trådlöst maskinstopp, inte bara i ett fast verk som Fjärås, men också på mobila verk som han tidigare arbetat med. **"Den gång det händer nåt är man glad att man har det, innan dess tänker man inte så mycket på det"**, säger Roland.

Eftersom Roland har ett så modernt styrsystem på sitt verk tycker han inte att maskinstoppet behöver några ytterligare funktioner utan det viktigaste är att det är lätt att aktivera vid en nödsituation. Hans kommentar om möjligheten att använda en sändare med fler knappar: **"Blir för mycket, risk att göra fel i nödsituation"**. Däremot tycker Roland att det vore en stor fördel om sändaren kunde skicka ett larm till ett annat kontrollsystem om den aktiverades, eftersom han ofta arbetar själv skulle ett sådant larm minska tiden det tog innan han fick hjälp vid en olycka.



Figur 5 Jehanders kross I projektet, Svedala Arbrå 236-8



Figur 6 Roland Johansson

Inkoppling på Skanska i Skene

Skanska medverkade i projektet genom att i januari 2013 installera ett maskinstopp på en Sandvik UJ440 från 2007, se figur 7. Krossen brukar oftast vara lokaliserad i en täkt i Skene eller en täkt i Varberg. Operatören, Tomas Johansson (Figur 8), hade använt stoppet under tre veckor vid utvärderingstillfället. Tomas har aktiverat stoppet 10 gånger för att kontrollera att det fungerar, vilket det har gjort varje gång. Räckvidden är ca 100 meter. Krossen är en

kästkross som behöver grävas ur om den stoppas när det är material i krossen. Krossen har varit tom vid samtliga aktiveringar och Tomas har därför inte behövt gräva ur material.

Stoppet har fungerat bra vid alla tillfällen Tomas prövat det; **"Effektivt, bryter ju direkt"**. Just nu arbetar han ensam vid krossen, men om systemet finns på maskiner där flera personer arbetar i närheten tycker han att alla bör ha en sändare. Storleken på sändaren tycker han är lagom, den bör inte vara större. På frågan om han skulle vilja kunna stänga av flera funktioner svarar han: **"Nej, vill inte ha så många valmöjligheter, då kan det bli fel i en nödsituation"**.

Tomas har arbetat i branschen i 30 år. Under den tiden har han aldrig behövt använda nödstopp i en nödsituation, men vid några tillfällen har han använt nödstoppet vid driftproblem för att stänga av snabbt.

Maskinstopp hos Skanska

Kross	Sandvik UJ440
Tillverkningsår	2007
Installation	Januari 2013
Användare	Tomas Johansson
Utvärderingstid	3 veckor
Antal sändare	1



Figur 7 Skanska kross i projektet, Sandvik UJ440

Risto Ekedahl (Produktionschef) och Jonas Engdahl (ansvarig för Skanskas mobilkrossar i södra Sverige) deltog också under utvärderingen. Risto tycker att ett trådlöst maskinstopp är positivt för branschen, men påpekar att det är väldigt viktigt att systemet är stabilt så det inte aktiverats av misstag. Eftersom ett falsklarm kräver så mycket efterarbete för operatörerna är det stor risk att stoppet inte skulle användas om sådant inträffar. Hittills tycker han att systemet uppfyller dessa krav och att det fungerar väldigt bra.

Jonas Engdahl tycker det är viktigt att fundera på hur systemet ska fungera när två krossar står dockade. Han tycker att operatörerna då ska ha sändare som stänger av båda krossarna. En lösning skulle kunna vara en stor knapp på sändaren som stänger av båda krossarna och mindre knappar med vilka man kan stänga av krossarna enskilt. Han påpekar att när det är fler personer som arbetar kring krossarna så ökar risken för oförutsedda händelser, det är då viktigt att alla lätt kan stänga av krossarna.

Alla tre tycker att trådlösa maskinstopp är något som borde spridas efter projektet. Jonas poängterar att det är väldigt viktigt för branschen att man arbetar för att öka säkerheten.



Figur 8 Tomas Johansson

Inkoppling på NCC Rångedala Grus AB

NCCs kross i projektet ägs av dess underentreprenör Rångedala Grus och är en Metso GP300 från 2011, se figur 12. Maskinstoppet installerades i oktober 2012 och har använts av två olika operatörer. Det mobila verket flyttas runt i Sverige. Under en stor del av utvärderingstiden har den varit lokaliserad i Ljungby.

Den nuvarande operatören heter Marcus Carlsson, se figur 9. Vid utvärderingen hade han arbetat med krossen och dess maskinstopp i 3 veckor. Under den tiden hade han aktiverat maskinstoppet tre gånger för att stänga av maskinen när mataren har blivit överfull. Denna kross behöver inte grävas ur om den stängs av med material. Det är en konkross och dess rörelsemängd kan ofta krossa stora delar av det material som kan finnas i krossen vid stopp. Ibland behöver dock transportbanden skottas av för att de ska gå att starta igen. Tack vare maskinstoppet har Marcus inte behövt springa ned för hjullastaren för att stänga av krossen när mataren blivit överfull. Detta har eliminerat risken att ramla på vägen ned samtidigt som efterarbetet med att skotta av banden minskat betydligt eftersom krossen stängs av snabbare. En förbättring av maskinstoppet, skulle enligt Marcus vara att ha en extra funktion som endast stängde av mataren.

Maskinstopp hos NCC

Kross	Metso GP300
Tillverkningsår	2011
Installation	Oktober 2012
Användare	Marcus Carlsson och Magnus Augustsson
Utvärderingstid	3 veckor resp. 4 månader.
Antal sändare	1



Figur 9 Marcus Carlsson



Figur 10 Förslag på placering av sändaren.

Marcus har varit i branschen sedan 2011. Han upplever att säkerhet inte är särskilt prioriterad när man är ute och arbetar; **”Man tänker inte så mycket på säkerheten”**. Han har själv inte varit med om några olyckor där han behövt aktivera nödstopp, men hört om flera olyckor där folk har fastnat i transportband.

Sändaren brukar Marcus sätta på solskyddet i hjullastaren. Han har hittills inte haft det på sig när han arbetat kring krossen, men inser att det skulle öka säkerheten om han fick in vanan att alltid bära det med sig, särskilt när han ska få loss transportbanden när de frusit fast. Under intervjun kom han på att en lämplig plats att sätta sändaren är på fickan på byxorna (se figur 10). Han ansåg det vara mer lämpligt än att fästa den på jackan eftersom att han ofta tar av sig den i hjullastaren. Vid placering på fickan skulle han nå den både i hjullastaren och när han är ute och arbetar.

Marcus tycker att maskinstoppet borde spridas i branschen och att det borde finnas på alla nya krossar. Han nämner andra krossar som han tidigare arbetat med där han tycker att ett liknande system borde installeras.

Den andra operatören som använt krossen heter Magnus Augustsson och har huvudansvaret för krossen. Han har använt stoppet två dagar i veckan under 4 månader. Han brukar ha stoppet i bröstfickan och upplever att han lätt kunnat stänga av krossen med den placeringen.

I början kändes sig Magnus negativt inställd till maskinstoppet eftersom krossen redan har ett fjärrstyrt system. Det gjorde att maskinstoppet kändes onödigt. När han såg hur litet stoppet var bytte han dock uppfattning och har under utvärderingstiden blivit väldigt positiv. Dosan till det andra fjärrstyrda systemet är mycket större och är till för att styra krossen (se figur 11). Det går att stänga av krossen med den, men den går inte att bära med sig på samma sätt som maskinstoppetsändaren eftersom den är så mycket större.



Figur 11 Krossens
standardfjärrkontroll

Magnus har funnit flera sätt som maskinstoppet underlättar den dagliga driften och har aktiverat stoppet ca 25 gånger. Han använder det främst när han flyttar på krossen då han tack vare stoppet inte behöver springa fram till krossen för att stänga av den under förflyttningen, vilket eliminerar en säkerhetsrisk. Han har också, precis som Marcus, aktiverat stoppet när mataren eller transportbanden blivit överfulla. Krossen har ett sensorsystem som stänger av transportband och matare om något blir överfullt, men detta

har en viss fördröjningstid. Med maskinstoppet kan Magnus stänga av lite snabbare, vilket minskar arbetet med att skotta av banden. En gång under utvärderingstiden blev det en oljeläcka på krossen när en slang sprack, det blev väldigt bråttom att stänga av krossen och maskinstoppet var till stor nytta för att minska omfattningen av skadan.

Under sina 18 år i branschen har Magnus aktiverat nödstopp två gånger för att förhindra skador på maskiner. Vid ett tillfälle fastnade han med armen i ett transportband. Den gången fanns inget nödstopp, men som tur var kom han loss ändå. I den situationen hade det varit väldigt bra att ha maskinstoppet.

Magnus är mycket positiv till utformningen av sändaren. **"Bra faktiskt. Inga vassa kanter som skapar tryck mot kroppen. Det finns fjärrkontroller som har det problemet. Den är lagom stor och knappen är inte för liten jämfört med en vanlig nödstoppsknapp för jag har alltid kommit åt den när jag velat"**. Han tycker att det vore bra med en sändare till så både den som matade i och den som transporterade bort material från krossen kunde ha varsin.

Magnus har under utvärderingstiden haft nytta av maskinstoppet vid flera tillfällen och han känner att säkerheten har ökat: **"Jag tycker det känns bra. Jag var lite motståndare i början, trodde det skulle orsaka en massa problem. Men nu känns det bra att ha det. Det underlättar arbetet och är en säkerhet för mig själv om jag skulle fastna"**.

Både Magnus och Marcus tycker att maskinstoppet borde spridas i branschen.



Figur 12 NCCs kross I projektet, Metso GP300

SAMMANFATTNING AV UTVÄRDERING

Slutsatsen från intervjuerna är att maskinstoppssystemet har blivit väldigt väl mottaget. Samtliga operatörer har ställt sig positiva till systemet. Flera har uttryckt att de från början var tveksamma till installationen av systemet, men sändarens smidiga utformning och systemets stabilitet har gjort att de ändrat uppfattning. Utöver säkerhetsaspekten ser alla operatörerna fördelar i att kunna skydda maskinen om skador uppstår. Flera har också funnit användningsområden för stoppet i den dagliga driften. Det kan anses positivt att operatörerna funnit övriga användningsområden till maskinstoppet eftersom det leder till en vana att använda stoppet. Reflexen att använda stoppet vid en nödsituation blir då mer naturlig.

De fyra maskinstoppssystemen har fungerat utan några komplikationer sedan installationen. Initialt fanns oro för falsklarm, men systemet har visat sig stabilt och inga falsklarm har utlösts. Detta har gett operatörerna ett ökat förtroende för systemet. Risken att aktivera maskinstoppet av misstag anses låg. Endast en (1) av de ca 40 stycken aktiveringar som har genomförts under utvärderingstiden har varit av misstag. Detta skedde vid en olämplig placering av maskinstoppet i en ficka tillsammans med nycklar. Med rekommenderad placering av maskinstoppssändaren (fäst på spikficka eller liknande) anses risken för aktivering av misstag vara mycket låg.

De flesta av användarna har haft svårt att komma ihåg att sätta på sig sändaren när de arbetar utanför sin hjullastare. Tekniken hos maskinstoppssystemet har visat sig uppfylla de krav som användarna har, men för att säkerheten för operatören ska öka, måste det ingå i de dagliga rutinerna att alltid bära maskinstoppssändaren.

Maskinstoppet har förbättrat operatörernas arbetsmiljö på flera sätt tack vare de övriga användningsområdena som identifierats. Möjligheten att kunna stänga av krossen på långt håll har minskat risken för skador. Under en stressad situation finns risk för fall både på väg ned från hjullastaren och när operatören springer nedför de stenblock där hjullastaren ofta står placerad. I NCCs fall har också mängden sten som behöver grävas bort från transportbanden vid en överfylld matare minskats.

Samtliga operatörer har tyckt om utformningen av maskinstoppet. Det initiala valet av ett maskinstoppssystem istället för ett nödstoppssystem har visat sig bra. Alla operatörer tycker att sändarens knapp fungerat tillräckligt bra och att en godkänd nödstoppssändare inte hade varit ett bättre alternativ. Alla har ställt sig negativa till att systemet skulle utlösas om sändaren förs utanför sändningsområdet vilket skulle varit fallet med ett nödstoppssystem. Eftersom de rör sig på relativt långa avstånd i sitt dagliga arbete kommer flera av dem kontinuerligt utanför sändningsområdet. Arbetet att göra krossen körklar efter en oönskad aktivering av stoppet är så stort att ett nödstoppssystem troligen inte skulle användas.

Inköpet av två sändare till krossen hos Swerock har uppfattats som väldigt positivt. Ett par av krossarna i projektet har endast en operatör som arbetar med krossen, men det har framkommit att det är väldigt vanligt att två personer arbetar kontinuerligt i närheten av krossarna. Oftast är det en person som matar material och en som hämtar. Samtliga operatörer anser att båda personerna bör ha varsin sändare i dessa fall.

Funderingarna kring att ha fler knappar på sändaren för att kunna stänga av flera olika funktioner har varit delade. Vissa tycker att det hade varit väldigt bra ur användarsynpunkt. Främst vill man kunna stänga av endast mataren eller en kross i taget om de står dockade. Andra har tyckt att flera knappar gör att man riskerar att ta fel i en nödsituation. De operatörer som föreslår fler knappar ser det endast som en möjlig förbättring, alla är överens om att den nuvarande utformningen är så bra att det befintliga systemet borde spridas i branschen. Det önskas både att man installerar systemet på fler krossar som det egna företaget redan äger, och att det blir standard vid konstruktion av nya krossar.

DISKUSSION

Detta projekt är ett steg i strävan mot att skapa en säkrare arbetsmiljö i krossbranschen. Även om det är ett litet steg så finns det förhoppningar om att det ska hjälpa till att driva säkerhetsfrågan i branschen. Det handlar inte enbart om den tekniska lösningen där ett trådlöst maskinstopp ska kopplas in på en kross utan i många fall ännu mer om systemets användande. I många fall är säkerhetsmedvetenheten bland operatörerna inte tillräckligt hög och arbetsredskapen ses inte som tillräckligt farliga för att ett maskinstopp ska bäras ständigt. Trots att de operatörer som ingått i projektet känner till allvarliga olyckor som skett vid arbete med krossverk, anses inte skaderisken särskilt hög. Detta är visserligen förståeligt med tanke på att flera av dem arbetat i branschen i över 20 år utan att ha råkat ut för någon allvarligare skada, vilket lätt kan leda till en falsk trygghet.

Att bära med sig stoppsändaren när man lämnar maskinen är ännu inte en vana hos de operatörer som deltagit i implementeringsprojektet, på samma vis som att bära hjälm inte alltid är en självklar rutin. Här behöver en förändring ske. Stoppsändaren bör alltid vara på eller vid operatören. Sändaren har en liten klämma på baksidan som gör att den kan fästas på kläder. Med anledning av att en operatör en gång tryckt på knappen av misstag när sändaren låg i byxfickan, rekommenderas att ha sändaren fäst på utsidan av byxorna. Detta är att föredra framför att fästa den på jackan då jackan ofta tas av i maskinen och ibland byts ut. Fästs sändaren däremot på byxorna kommer den alltid vara med operatören, både när operatören är i maskinen och arbetar runt krossen.

I och med att det brister i flera skyddsutrustningsrutiner, är det ett stort arbete som krävs för att förändra den grundläggande attityden hos användare. Detta ses dock inte som en

omöjlighet utan bara ett naturligt steg i att utveckla säkerheten i en bransch, ett steg som många andra branscher redan genomgått. Dock ska det klargöras att ett aktivt arbete med att förbättra säkerhetsmedvetenheten är nödvändig för att en förändring ska ske. Införandet av fler maskinstoppssystem betraktas som en möjlighet att både öka medvetenheten och den faktiska säkerheten.

En annan möjlig inverkan från projektet är att det öppnar ögonen för andra branscher samma upplever samma problem med liknande maskiner, såsom borrhuggar, pumpar, vägarbetesmaskiner etc. Likande maskinstoppssystem skulle kunna öka säkerheten också i dessa branscher.

FRAMTIDEN

Diskussion om framtida installationer

Operatörerna som ingått i projektet är eniga om att maskinstoppets utformning är bra. Räckvidden är tillräcklig (ca 130 m) och funktionaliteten med en knapp är den bästa och tydligaste utformningen. Vad som kan diskuteras är hur många sändare och mottagare som ska kopplas in och hur dessa bör kombineras. Antalet sändare och mottagare är i princip obegränsat. Efter det positiva mottagandet av två sändare hos Swerock och övriga operatörers åsikter är rekommendationen att antalet sändare är minst två (2) per system.

Vid valet av krossar till projektet valdes verk som var fristående istället för dockade (dvs två eller flera sammankopplade verk). Detta eftersom man ville börja med det enklast möjliga systemet, det vill säga en fristående kross. Efter det positiva mottagande maskinstoppet fått hos företagen och operatörerna blir nästa steg att fundera på hur systemet bäst installeras när flera krossar står i serie.

För att underlätta in- och urkoppling vid dockade mobila krossverk finns möjligheten att installera en mottagare per kross, vilka båda kan styras med samma sändare. Detta leder till att två dockade krossar stannar samtidigt vid aktivering av maskinstoppet. Att installera två mottagare istället för att koppla ihop krossarna med kabel till en mottagare underlättar på stoppsändaren – en knapp för att stanna mataren till mobilkrossverk. Vid närmare diskussion angående önskemålet har slutsatsen varit att det finns risk att operatören i nödfall väljer fel knapp och att det därför är bäst att hålla sig till en stoppsändare med endast en knapp. Om en tydlig design där det inte går att ta miste på stoppknappen kunde tas fram, vore det idealiskt. Dock kan det fastställas att den nuvarande maskinstoppet uppfyller sitt syfte – att öka säkerheten - och att det i detta läge inte finns incitament att utveckla ett helt nytt maskinstopp för att uppfylla önskemålet.

Diskussion om nästa steg för krossföretagen

I projektet har fyra av de fem största krossföretagen medverkat, vilket betyder att spridningen redan är stor. Enligt Björn Strokirk (SBMI) är målet bland de deltagande företagen att alla ska ta ett aktivt beslut efter projektets avslut. Det behövs ett aktivt beslut angående om man vill ha detta på fler anläggningar så projektets resultat inte glöms bort.

För att sprida kunskapen om trådlöst maskinstopp ytterligare kommer frågan kring installation på fler anläggningar drivas i utskott där andra stora krossföretag ingår. Förhoppningen är att tröskeln för att installera ett maskinstoppssystem ska vara mindre nu när grundliga tester har utförts med positiva resultat på olika sorters krossar – mobilverk och fasta, olika tillverkare, olika settings, olika krosstyper etc. Den relativt låga kostnaden i jämförelse med den ökade säkerheten kommer förhoppningsvis också vara en positiv faktor till beslutet om att installera fler maskinstoppssystem.

Diskussion om framtida krossar

Det är idag inga nyproducerade krossar som är utrustade med en trådlös maskinstoppansordning. Förhoppningen är att detta kommer förändras. Att bära på sig en sändare som kan aktivera nödstoppet är ett väldigt bra komplement till de normala nödstoppansordningarna på krossen. Användaren vet alltid precis var han eller hon ska trycka för att aktivera stoppet vilket förväntas minska reaktionstiden i en nödsituation. Att stanna krossen på avstånd ger i många fall både ett tryggare och snabbare stoppförfarande då operatören kan befinna sig på en plats med bra översikt och på så vis se vad som händer när maskinen stoppas. Dessutom försvinner det farliga momentet när operatören ska skynda ner till krossen, ofta springandes på stora stenblock som grävmaskinen är placerad på. Systemet är dessutom CE-märkt, enkelt till sin konstruktion och relativt billigt. Av nämnda anledningar borde ett trådlöst maskinstopp vara standard på nyproducerade krossverk.

SLUTSATSER

Responserna på det trådlösa maskinstoppssystemet har varit mycket goda. I flera fall har operatörer som till en början var negativt inställda till att använda maskinstoppet helt ändrat uppfattning.

Utformningen av sändaren (stoppdosan) är till alla deltagande operatörers belåtenhet. Storleken är lagom och de skulle varken önska att den var mindre eller större. Även formen är uppskattad då den inte har några vassa kanter, vilket vissa andra sändare har. Utformningen av knappen är enligt operatörerna bra. Det är svårt att trycka på den av misstag då den är något nedsänkt i dosan.

Det har framkommit vissa önskemål om att utveckla ett maskinstopp med flera knappar, men samtliga har tyckt att det befintliga maskinstoppet uppfyller alla krav relaterade till ökad säkerhet. Därför är rekommendationen att inte prioritera en ny utformning utan att istället sprida det nuvarande maskinstoppssystemet i branschen för att höja säkerheten.

Det är möjligt att koppla in flertalet sändare till en mottagare, något som bör göras om flera personer regelbundet arbetar kring krossen. Det är dessutom möjligt att installera flera mottagare på olika krossar och låta dem styras av samma (en eller flera) stoppsändare. Det kan vara en god idé att överlägga detta vid dockade mobilkrossar.

De deltagande företagen måste göra ett aktivt val och bestämma huruvida de vill installera trådlösa maskinstopp på fler krossanläggningar eller inte.

Det kommer att krävas en ansträngning och en viss invänjningstid för att skapa rutinen att bära med sig och använda det trådlösa maskinstoppet. På samma vis bör medvetenheten kring övrig obligatorisk skyddsutrustning ökas. Medvetenheten måste drivas i hela branschen för att öka säkerheten och minska antalet olyckor som faktiskt hade kunnat förebyggas med ett mer medvetet säkerhetstänk.

Med tanke på den relativt lilla insats, i både tid (2-3 h) och pengar (År 2012: ca 3 800 kr), som krävs för att installera ett trådlöst maskinstopp anses det att trådlösa maskinstoppssystem bör vara standard på nyproducerade krossverk.

Rekommendationer

- Krossföretagen bör ta ett aktivt beslut om huruvida trådlösa maskinstopp ska installeras på fler krossverk.
- Krosstillverkarna borde överväga att ha trådlösa maskinstopp som standard vid nyproduktion
- Säkerhetsrutiner i branschen måste förbättras för att optimera användandet av installerade maskinstoppsystem.
- Antal sändare per maskinstoppsystem bör vara minst två.
- Vid dockning av flera krossar bör ett maskinstoppsystem per kross installeras och kopplas i serie, så alla krossar stoppas med samma sändare.
- För att maximera användandet av maskinstoppet rekommenderas operatörerna att alltid bära den på sig och inte fästa den i fordonshållare där det lätt kan kvarglömmas.
- Rutiner bör utvecklas för säkerhetssystemen där maskinstopp ingår. Vissa delar av rutinerna bör vara samma oavsett företag och vissa delar kan vara företags- eller platsspecifika.

REFERENSER

Björn Strokirk, SBMI

Glenn Eklund, Swerock

Tomas Kristiansson, Swerock

Roland Johansson, Sand och Grus AB Jehander

Tomas Johansson, Skanska

Risto Ekedahl, Skanska

Jonas Engdahl, Skanska

Marcus Carlsson, NCC Rångedala Grus

Magnus Augustsson, NCC Rångedala Grus

Ian Fraser, Vägledning för tillämpning av maskindirektivet 2006/42/EG - andra utgåvan - juni 2010

Mikael Leander, Tele Radio Sverige AB

Martin Brolin, Rockwell Automation AB

Bengt Zetterström, SMP - Svensk Maskinprovning

Christer Danielsson, Inspecta AB

Jörgen Åkesson, Rejlers Ingenjörer AB

BILAGA 1 – TEKNISKA SPECIFIKATIONER

Försäljare av maskinstoppssystemet är

TELE RADIO SVERIGE AB
Telefon: 031-724 98 00
sverige@tele-radio.com

Inköpspris 2012 ca 3 800 kr

Datablad för sändaren T60-T8



Sändare CO-TX-MNL1



CO-TX-MNL1

Sändare CO-TX-MNL1	
Artikelnr.	T60-T8-53
Frekvens	433 MHz , 1 Kanaler
Mod.typ	FM-modulering
Kodkomb.	16.777.216
Radiotyp	Fractional-N PLL
Uteffekt	10 mW (50 ohm)
Knappar	1 x 1-stegsknappar
No. of batteries	2
Batteri	Utbytbart
Type of batteries	1.5V AAA
Vikt	~ 80 g / ~ 0.2 lb
Mått	~ 52 x 83 x 17 mm / ~ 2 x 3.3 x 0.7 tum
Kapsling	IP67
On/off-brytare	Ja
Extra/övrigt	On/off-brytare
Max. number of receivers	1

Datablad för mottagaren T60-RX



T60

Mottagare T60RX-04*SL*SM



T60RX-04*SL*SM

Mottagare T60RX-04*SL*SM	
Artikelnr.	T60RX-04*SL*SM
Frekvens	433 & 869 MHz. , 1 kanaler
Antal reläer	4
Duplex	Nej
Drivspänning	12-24V DC & 230V AC & 115V AC & 24V AC
Strömförbrukning	10-300 mA
Mått	~ 133 x 120 x 45 mm / ~ 5.2 x 4.7 x 1.8 tum
Kapsling	IP65
Radiotyp	Dubbel superheterodyn
Känslighet	-100 dBm
Fältbus-system	None
Reläfunktion	Momentary, Latching, Interlocking
Antenn	1 utvändig BNC
Temperatur	-20 till +55 C / -4 till +130 F
869 MHz:	ASM= 12-24V AC, BSM= 230V AC
Max. antal sändare	40