

# CHALMERS



## Arbetsplats mobil bergkross

*Problemstudie av arbetsplatsen samt konceptutveckling av portabelt stopp*

Kandidatarbete i Teknisk design

**NAZLI EIDMOHAMMADI, EBBA HEDENBLAD, ELIN KRISTELL, JOHAN MAGNUSSON,  
DISA REUTERSWÄRD OCH MARCUS WERNBERGER JONSSON**



# Arbetsplats mobil bergkross

Kandidatarbete i Teknisk design

**NAZLI EIDMOHAMMADI, EBBA HEDENBLAD, ELIN KRISTELL, JOHAN MAGNUSSON,  
DISA REUTERSWÄRD OCH MARCUS WERNBERGER JONSSON**

HANDLEDARE: CECILIA ÖSTERMAN

EXAMINATOR: ÖRJAN SÖDERBERG

Kandidatarbete PPUX03

**Arbetsplats mobil bergkross**

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Teknisk Design

© Nazli Eidmohammadi, Ebba Hedenblad, Elin Kristell, Johan Magnusson,  
Disa Reuterswärd och Marcus Wernberger Jonsson

Chalmers tekniska högskola  
SE-412 96 Göteborg, Sverige  
Telefon +46(0) 31-772 1000

Omslagsfoto: Disa Reuterswärd  
Tryck: Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling

# Förord

Arbetsplats mobil bergkross är ett kandidatarbete vid Chalmers tekniska högskola, inom institutionen för Produkt- och produktionsutveckling med Sveriges Bergmaterialindustri, SBMI, som uppdragsgivare. Denna rapport är en dokumentation av projektet som har genomförts av en grupp bestående av sex studenter från civilingenjörsprogrammet Teknisk design. Projektet har fortlöpt under en vårtermin, parallellt med andra kurser. Kandidatarbetet syftar till att gruppmedlemmarna ska fördjupa och utveckla sina kunskaper inom Teknisk designs utbildningsområde där designproblem behandlas på ett metodiskt och kreativt sätt.

Rapporten riktar sig framför allt till den som redan är bekant med bergkrossbranschen. Därför finns det vissa tekniska ord och begrepp som kan kännas svåra för en oinvigd. De termer som har att göra med krossens uppbyggnad och delar finns beskrivna i avsnitt 4.2.2 Systemet runt den mobila bergkross.

Ett flertal personer har bidragit till att detta spännande projekt har kunnat genomföras. Vi vill tacka våra kontakter inom SBMIs tekniska utskott, Magnus Evertsson och Pär Johnning, för deras engagemang och stöd under projektets gång. Vi riktar också ett stort tack till alla dem som har medverkat genom att bland annat ställa upp på intervjuer och låtit sig observeras när vi har besökt arbetsplatser.

Vi vill även tacka vår handledare Cecilia Österman för ledning och goda råd under projektets gång. Slutligen har vår externa handledare Alexandra Rånge, studentgruppen "Buss 16" som läser master på Teknisk Design samt vår examinator, lektor Örjan Söderberg, alla bidragit med hjälpsam rådgivning.

Ett stort tack!

# Sammanfattning

Detta kandidatarbete har utförts på uppdrag av branschorganisationen Sveriges Bergmaterialindustri, SBMI. Bergmaterial är en av vårt lands viktigaste industriprodukter och används framför allt för bygg- och anläggningsändamål. För att få bergmaterial av rätt storlek krossas stenen med hjälp av fasta eller mobila bergkrossar. De mobila bergkrossarna sköts av den operatör som från sin last- eller grävmaskin lastar i sten i krossen. I sitt dagliga arbete utsätts dessa operatörer för många direkta och indirekta risker.

Projektets syfte var att visa vilka problem som fanns och hur arbetssituationen kunde förbättras för de som arbetar med de mobila bergkrossarna. Fokus låg på säkerhet och ergonomi för operatören, och därför har användarstudien främst baserats på intervjuer och observationer med just operatörer.

Intervjuerna resulterade i 395 problemrelaterade citat vilka sedan tillsammans med noteringar från observationer och andra efterforskningar sammanställdes i 24 olika problemområden kopplade till arbetsplatsen. Problemstudien ska kunna användas internt inom SBMI, men även fungera som ett underlag för diskussion med tillverkare och andra intressenter, i syfte att iscensätta framtida förbättringar.

Ur problemstudien skulle ett problemområde väljas ut som skulle resultera i ett tekniskt lösningsförslag. Området som valdes var bristfälliga nödstopp. Konceptet resulterade i ett portabelt stopp som operatören bär med sig, fäst vid byxfickan. Förutom huvudfunktionen att genom manuell aktivering stoppa krossen, har stoppet dessutom en larmfunktion. Stoppet skulle vara lätt att aktivera i en nödsituation men samtidigt svårt att aktivera av misstag. För att uppnå en bra avvägning mellan dessa två krav i konflikt blev lösningen en dragaktivering. Konceptet skulle vara ett exempel på hur det går att förändra arbetsmiljön för operatörerna till det bättre.

Arbetssituationen för mobila bergkrossoperatörer är, trots fördelar såsom stor frihet för operatören, väldigt utsatt och en del av en bransch som måste uppmärksammas ur ett arbetsmiljöperspektiv.

# Abstract

This bachelor thesis has been done on behalf of the trade association of the Swedish Aggregates Producers Association, SBMI. Rock material is one of Sweden's most important industrial products and is used mainly for construction purposes. To obtain the right rock size, stationary or mobile crushers are used. The mobile crushers are handled by the operators. They use loaders or excavators to fill the crusher with the right amount of stone. In their daily work, these operators are exposed to many risks.

The project's purpose was to identify the problems that existed and how the work situation could be improved for the operators. Safety and ergonomics for the operator was the main focus, and therefore the user study was mainly based on interviews and observations with operators on site.

The interviews resulted in 395 citations that were related to problems with the crushers. These were then combined with notes from observations and other researches and could be grouped in 24 different problem areas related to the workplace. The study will be used by SBMI as a basis for discussion with producers and other stakeholders, in order to implement future improvements.

One problem area was to be selected and result in a technical concept. The chosen area was inadequate *emergency stops*. The concept resulted in a portable stop, which the operator carries attached to his trouser pocket. Besides the main function of the manual activation that stops the crusher, the stop also has an alarm function. The stop had to be easy to activate in an emergency but also difficult to activate accidentally. In order to achieve a good balance of these two conflicting requirements, the solution was to activate through a pulling action. The concept would be an example of how it is possible to change the working conditions of operators for the better.

The situation of the mobile crusher operators is, despite advantages such as great freedom for the operator, very exposed and part of an industry that needs to pay greater attention to safety and ergonomics.

# Innehåll

Förord.....	
Sammanfattning.....	
Abstract .....	
1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Problembeskrivning .....	2
1.3 Syfte .....	2
1.4 Mål.....	3
1.5 Avgränsningar.....	3
2 Teori .....	4
2.1 Produktutvecklingsprocessen.....	4
2.2 Systemmodell.....	4
2.3 Ergonomi .....	6
2.3 Usability.....	7
2.4 Mått på tillförlitlighet .....	7
2.5 Hållbar utveckling.....	8
3 Metoder och verktyg.....	9
3.1 Datainsamlingsmetoder.....	9
3.3 Analysmetoder.....	11
3.4 Metoder för specificering av användarnas krav och önskemål.....	11
3.5 Idégenereringsmetod.....	12
3.6 Konzeptutvärdering.....	13
3.7 Visualisering - CAD .....	13
4 Förstudien och dess delresultat .....	14
4.1 Specificering av uppdraget.....	14
4.2 Förstudie - en första inblick i branschen .....	14
5 Problemstudien och dess delresultat .....	20
5.1 Intervjuer och observationer .....	20
5.2 Resultat av problemstudien .....	22
5.3 Övriga studier .....	29
5.4 Val av problemområde för konceptgenerering.....	30
6 Konzeptframtagning: Nödstopp.....	34



6.1	Bakgrund: Stopp och nödstopp på mobila bergkrossar .....	34
6.2	Användarstudie och uppgiftsanalys .....	36
6.3	Inriktning mot portabelt stopp .....	40
6.4	Konceptutveckling portabelt stopp.....	42
6.6	Specificering av dragkonceptet.....	49
6.8	Utvärdering av personligt och portabelt stopp med dragaktivering .....	55
6.9	Slutpresentation och spridning av resultat.....	58
7	Slutresultat: Portabelt stopp .....	59
7.1	Funktion .....	59
7.2	Konstruktion och form.....	59
7.3	Hantering .....	63
7.4	Basenheten.....	65
8	Diskussion .....	66
8.1	Problemstudie .....	66
8.2	Konceptframtagning.....	69
8.3	Reflektioner - projektet i sin helhet .....	71
9	Slutsats .....	72
10	Rekommendationer för fortsatt arbete .....	73
	Källförteckning.....	
	Bilagor.....	
	Bilaga I – Intervjuunderlag Arbetsplats mobil bergkross.....	
	Bilaga II - Teknikstudie.....	
	Bilaga III – Kravviktning .....	
	Bilaga IV - Kravspecifikation.....	
	Bilaga V - Utvärdering av uttrycket.....	



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

En av vårt lands viktigaste industriprodukter är bergmaterial för bygg- och anläggningsändamål (Arnér, 2011). Bergmaterial är den mest använda råvaran efter vatten, och i Sverige använder vi 70-100 miljoner ton bergmaterial per år. Alltså använder varje svensk i genomsnitt ungefär 10 ton krossad sten per invånare och år. Materialet från täkterna används till många olika ändamål; bland annat vid anläggande av vägar, järnvägar och byggnader. Hela samhället är uppbyggt med bergmaterial. (SBMI, 2011)



Figur 1.1:1 - Användning av bergmaterial (SBMI, 2011)

Naturgrus har tidigare varit den huvudsakliga råvaran för denna industri, men naturgrus är en ändlig resurs som håller på att ta slut i många kommuner. Krossmaterial är ersättningen, och bergtillgången är i princip oändlig. Naturgrus används fortfarande men inte alls i lika stor utsträckning som förr. (Norlin, 2009)

I Sverige finns totalt 2310 tillståndsgivna platser där bergmaterial utvinns, så kallade bergtäkter (Norlin, 2009). På täkterna finns ofta stationära krossar som krossar bergmaterialet, men också mobila krossar som kan placeras på önskad plats i täkten eller flyttas mellan täkter. Denna studie behandlar hur arbetet med de mobila bergkrossarna fungerar.

Råmaterialet som krossas erhålls på olika platser i en bergtäkt eller efter sprängning vid ett bygge. En kubikmeter fast berg motsvarar efter sprängningen ungefär 1,6 kubikmeter sprängsten, och väger runt 2,5 ton (Vägverket, 2009). Krossningen går till på så vis att sprängd sten, också benämnd salva, lastas i den mobila bergkrossen och sönderdelas mekaniskt av förkrossens käftar. Om materialet behöver sönderdelas ytterligare används en efterkross som oftast krossar med hjälp av en excentriskt roterande kona. Bergmaterialet krossas till många olika fraktioner, från det grövsta (diameter: 0 till 150mm) till det allra finaste stenmjölet (diameter: 0 till 2mm).

Bergmaterialet har en stor transportkostnad i relation till utvinningskostnaden, och därför måste täkterna vara placerade i närheten av där materialet ska användas. En lokalt placerad

täkt ger inte bara en transportkostnadsfördel, utan även en miljöfördel. Därför finns behovet av mobila bergkrossar som flyttas till platsen där bergmaterialet finns. På senare år har användningen av mobila bergkrossar ökat.

Den mobila bergkrossen styrs och övervakas av en operatör som dessutom sköter lastningen av bergmaterial i bergkrossen från en gräv- eller lastmaskin. Krossen underhålls och repareras antingen av operatören själv eller av en reparatör. Kraven på rörlighet hos de mobila bergkrossarna medför att de görs små och lätta. Dessa aspekter har stor inverkan på konstruktionen av krossen. Följaktligen är maskinerna optimerade för att vara mobila, medan det finns många problem i konstruktionen som innebär svårigheter för operatör vid reparation, underhåll och drift.



*Figur1.1:2 – Bergtäkt med sammankopplad mobil för- och efterkross, lastmaskin och grävmaskin*

Operatörerna och reparatörerna utsätts under det dagliga arbetet för många både direkta och indirekta risker. Vissa moment som utförs i samband med drift/underhåll är riskfyllt och hela tiden är operatören omgiven av det buller och damm som kommer av krossningen. Små skrubbsår och blåa naglar hör till vardagen. Trots detta har branschen en relativt låg personalomsättning och rapporterad olycksfrekvens, men olyckorna som sker brukar ofta vara mycket allvarliga. Det senaste exemplet på allvarliga olyckor är från januari 2011. Då fastnade en operatör med sin arm i en av delarna på en mobil kross och avled senare på sjukhus (Boström, 2011).

## 1.2 Problembeskrivning

Kandidatarbetet ”Arbetsplats mobil bergkross” utförs på uppdrag av branschorganisationen *Sveriges Bergmaterialindustri (SBMI)*. Konstruktionen och utformningen av de mobila bergkrossarna har hittills främst anpassats för att optimera mobiliteten. Arbetsplatsen som helhet kompenserar inte för de brister som finns i utformningen och konstruktionen. Därför utsätts operatörerna för svårigheter och risker vid drift, underhållsarbete och reparation.

## 1.3 Syfte

Kandidatarbetets syfte är att visa vilka problem som finns kring de mobila bergkrossarna och hur arbetssituationen kan förbättras för de personer som arbetar med dem. Resultatet ska kunna användas som diskussionsunderlag internt inom SBMI, men också mot tillverkare och andra intressenter, i syfte att iscensätta framtida förbättringar. Detta ska i sin tur leda till att problematiken med arbetssituationen uppmärksammas av branschen och operatörernas arbetsmiljö blir en aktuell fråga.

## 1.4 Mål

Projektet består av två delar, med följande mål:

- > *Problemstudie* - En behovsanalys av arbetsplatsen ur operatörens perspektiv, som resulterar i en utförlig problembild. Denna är dokumenterad och skriftligt presenterad i en teknisk rapport.
- > *Konceptframtagning* - Förslag på förbättringar av ett specifikt problemområde i form av en teknisk lösning, med fokus på operatören. Förslaget resulterar i ett konceptuellt lösningsförslag som presenteras med text, skisser och datorrenderingar.

## 1.5 Avgränsningar

Arbetsplatsen runt en mobil bergkross påverkas av många olika faktorer, och avgränsningar har tagits för att möjliggöra fokusering på de, för det här projektet, mest relevanta faktorerna. Följande avgränsningar har gjorts:

- > De mobila bergkrossarna som undersöks används i Sverige och därför ligger endast mobila bergkrossar från tillverkarna Sandvik, Metso Minerals och Jonsson & Söner till grund för problemstudien.
- > De mobila bergkrossarnas konstruktion är optimerad med avseende på många olika parametrar som påverkar varandra, bland annat mobilitet och mekaniska egenskaper. Därför presenteras ingen lösning där grundkonstruktionen förändras då en sådan skulle bli för komplicerad för att ingå i detta projekt.
- > Endast operatörens arbetssituation utanför gräv-/lastmaskinhytten beaktas. Detta för att kunna granska ett tillräckligt stort område inom den tilldelade tidsramen och samtidigt erhålla ett djup i problemstudien.
- > Datainsamlingen är geografiskt begränsad till bergtäkter i Västra Götaland på grund av tillgänglighet.
- > Lösningsförslaget kommer att ligga inom projektgruppens kompetensområde och därmed behandlas exempelvis inte organisatoriska lösningar.
- > Projektets konceptutvecklingsdel kommer ej gå djupare in på ekonomiska aspekter, materialval eller tillverkningsteknik.
- > Resultatet som redovisas är ett konceptuellt lösningsförslag och behöver vidareutvecklas innan det klart för tillverkning.

# 2 Teori

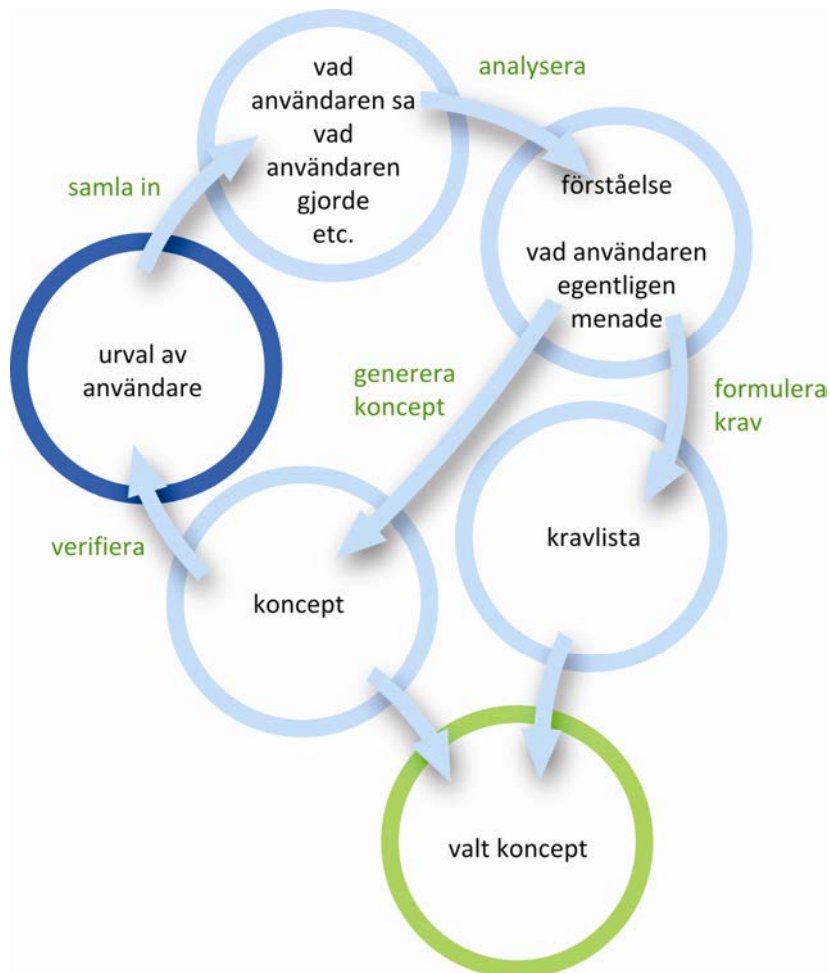
---

*Det här avsnittet redovisar teoretiska ramverk som ligger till grund för projektet. Det innehåller allmän teori och centrala begrepp i produktutvecklingsprocessen. Teorin har applicerats på problemstudien och utvecklingsarbetet av det konceptuella lösningsförslaget, vilka presenteras senare i rapporten.*

---

## 2.1 Produktutvecklingsprocessen

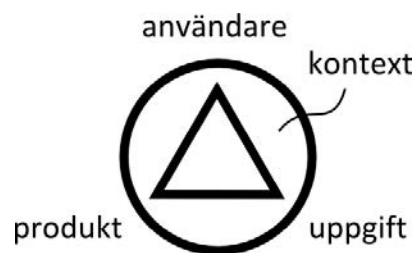
Produktutvecklingsprocessen för ett designprojekt tar sin början i en behovsstudie och har sitt mål i en produkt som uppfyller största möjliga del av uppfattade behov, krav och önskemål. Figur 2.1 visar den användarcentrerade delen av produktutvecklingsprocessen, från datainsamling till konceptval. Projektets fokus har varit på den användarcentrerade delen, men även annan information som teknik, lagar och förordningar har undersökts och legat till grund för framtagningen av konceptet. (Kaulio, 1996)



Figur 2.1:1 - Datainsamling till konceptval (Anpassad från Kaulio, 1996)

## 2.2 Systemmodell

En analys av systemet är grundläggande i fastställningen av hur resurserna ska utnyttjas på bästa möjliga sätt. Många gånger är systemet väldigt invecklat och då är en förenklad *systemmodell* nödvändig för att ge en förståelse. Systemet behöver även avgränsas så att det blir tydligt vilka faktorer som är påverkbara. En förståelse för systemet är nödvändig när kravens prioriteringar ska bedömas i produktutvecklingsprocessen.



Figur 2.2:1 – Systemmodellens ingående delar

Den enklaste systemmodellen beskriver kortfattat användaren, produkten och uppgiften i en kontext eller omgivning. Oftast är den informationen tillräcklig för att ge en överskådlig bild av systemet. För att förtydliga systemet kan de flöden av bland annat material och energi som finns i systemet ritas ut. På det sättet ges en överblick över vad som påverkar vad. (Kaulio, 1996)

### 2.2.1 Användare

Som nämnt ovan ingår användaren som en viktig del i systemet.

Användarna kan delas upp i *primäranvändare*, *sekundäranvändare* och *sidanvändare*.

Primäranvändare, alltså krossoperatören, är de som använder produkten i dess främsta syfte. En sekundäranvändare är någon som använder och kommer i kontakt med produkten, men inte i dess främsta syfte, exempelvis reparatörer eller försäljare. Sidanvändare är den person som påverkas av produkten utan att använda den, exempelvis sprängaren. (Bohgard et al, 2008)

### 2.2.2 Målgrupp

Till produktutvecklingsprocessens målgrupp räknas de människor som produkten kommer att användas av. I fall där denna grupp är allt för spridd i sina behov, krav och önskemål kan målgruppen begränsas till att bara gälla ett begränsat urval. Med en definierad målgrupp blir produktutvecklingsarbetet mer effektivt och målinriktat. (Österlin, 2003)

### 2.2.3 Urval

Deltagare till en undersökning kan väljas utifrån två dimensioner; *kvalitativt* och *kvantitativt*. I den förstnämnda läggs fokus på vilka kriterier en deltagare ska uppfylla och i den andra är ett stort antal deltagare det viktiga. (Karlsson, 2008)

## 2.3 Ergonomi

Ergonomisällskapet Sverige, ESS, har författat en definition som beskriver *ergonomi* som läran om samspelet mellan människa, teknik och organisation, där syftet vid tillämpning i produktutveckling inte bara är att maximera människans välmående utan också den totala prestationen.

Produkter som är undermåligt anpassade till människans fysiska och kognitiva förmåga påverkar människans hälsa, välbefinnande och säkerhet samt arbetets effektivitet och kvalitet negativt. En grundläggande analys av arbetsuppgiften och dess produkter tillsammans med användaren är en förutsättning för framtida förbättringar. (Bohgard et al, 2008)

### 2.3.1 Antropometri

*Antropometiska mått* anger människans proportioner, räckvidder, rörelseutrymmen etc. Över en population är de flesta av dessa mått statistiskt normalfördelade. Designarbetet bör utgå från dessa mått och väl avvägda percentiler i datan. Om en räckvidd, exempelvis avståndet för armen till ett reglage, bestäms efter den 5:e percentilen, innebär det att 95 % av en normalpopulation kommer att ha tillräckligt lång arm för att kunna nå reglaget. (Bohgard et al, 2008)

### 2.3.2 Kognitiva processer

Varje beslutsfattande och agerande är ett resultat av en *kognitiv process*. Med hjälp av sinnen tar människan in information från omgivningen, uppmärksammar och varseblir specifik information för att sedan bearbeta den. Kvaliteten på informationen från omgivningen bestäms av hur mycket samtidig information som finns, samt hur svår den specifika informationen är att urskilja. Då människans medvetna kognitiva kapacitet är begränsad, används olika former av förenklingar såsom mönsterigenkänning och tumregelsbeslut för att minska den totala mentala belastningen. (Bohgard et al, 2008)

### 2.3.3 Design för säkerhet

En felhandling orsakad av bristande design kan bland annat vara att produkten inte används på avsett sätt och att produkten kräver fysisk, perceptuell eller kognitiv förmåga som överstiger användarens tillgängliga resurser (Bohgard et al, 2008). Genom att i designarbetet följa en riskhanteringsprocess kan eventuell felhantering förhindras.

En sådan process kan bestå av följande sju steg:

- > Identifiera och förstå faror i användningen
- > Bedöm och prioritera funna faror
- > Utveckla och implementera möjliga åtgärder
- > Verifiera strategi för åtgärd
- > Bestämna om risker i användningen kan accepteras
- > Ta reda på om nya faror introducerats med den nya designen
- > Validera



Om någon punkt inte uppfylls korrekt måste arbetet börja om på en tidigare punkt. (Bohgard et al, 2008)

### 2.3.4 Utformning av produkt

Utformningen påverkar användarens tolkning av hur produkten fungerar och ska användas. Missvisande utformning kan orsaka felhandling. Genom att utforma en produkt så att den kräver få mentala resurser kan hanteringen förenklas. Produkten kommunicerar med användaren via olika parametrar, så som storlek, färg, ljud, ytstruktur, greppomfång och friktion. (Bohgard et al, 2008)

## 2.3 Usability

Med *usability* menas produktens användbarhet. Betydelsen av *usability*, översatt till svenska, är enligt ISO-definitionen:

*“Usability är den utsträckning i vilken en produkt kan användas med ändamålsenlighet, effektivitet och tillfredställelse av en specifik användare för att uppnå specifika mål i en specifik miljö”.*

För att beskriva hur god *usability* är första gången produkten används, respektive när användaren är välbekant med produkten, har Jordan (1998) infört begreppen *guessability*, gissbarhet, och *learnability*, lärbarhet. *Guessability* beskriver i vilken utsträckning en användare kan utföra en uppgift väl vid första försöket. *Learnability*, lärbarhet, avser i vilken utsträckning en användare lär sig utföra en uppgift som denne utfört en gång tidigare.

## 2.4 Mått på tillförlitlighet

### 2.4.1 Generaliserbarhet

*Generaliserbarhet* beskriver huruvida forskningsfallet överensstämmer med verkligheten och i vilken grad forskningens slutsatser kan utökas att gälla i även andra och större sammanhang. (Kvale, S 1997).

### 2.4.2 Reliabilitet

*Reliabilitet* är mått på resultatets konsistens, det vill säga dess tillförlitlighet. Hög reliabilitet uppnås genom att motverka godtycklig subjektivitet. Exempelvis kan ledande frågor under intervjuer, felaktiga tolkningar och bristande analys av insamlad data sänka dess reliabilitet.

### 2.4.3 Validitet

*Validitet* avser att avgöra om det som var avsett att undersökas har undersökts. Här ingår aspekter såsom; *Har rätt metoder använts?* och *Har metoderna tillämpats på rätt sätt?*

I vanliga ordböcker är validitet det samma som giltighet. Alltså är det ett mått på sanning och riktighet hos ett yttrande, hållbarhet och försvarbarhet hos ett argument samt hur väl en slutledning är härledd ur sina premisser. (Kvale, S 1997)

## 2.5 Hållbar utveckling

*Hållbar utveckling* bör tas hänsyn till i produktutvecklingsprocessen, för att upprätthålla ett hållbart samhälle. Ekologiska, ekonomiska och sociala aspekter bidrar och samverkar till detta. Genom hela processen bör hänsyn tas till dessa tre aspekter för att främja hållbar utveckling.

### Definition av hållbar utveckling

En vedertagen definition av hållbar utveckling kommer från den så kallade ”*Bruntlandrapporten*”. Hållbar utveckling är en utveckling som tillgodoser dagens behov utan att kompromissa med hur framtida generationer kan möta sina egna behov. Grundtanken är alltså att förbättra dagens levnadsstandard utan att förstöra för framtiden. (WCED, 1987)

Hållbar utveckling kan delas in i tre ömsesidigt påverkande och av varandra beroende komponenter. (WHO, 2005)

- > *Ekologisk hållbarhet* - att bevara ekosystemen och att värna om naturens resurser, innefattande människans fysiska välbefinnande.
- > *Ekonomisk hållbarhet* - att hushålla med materiella och finansiella resurser på ett sätt som är hållbart på lång sikt.
- > *Social hållbarhet* - att långsiktigt bygga ett stabilt och dynamiskt samhälle där grundläggande mänskliga behov uppfylls

# 3 Metoder och verktyg

---

*Här presenteras de metoder och verktyg som använts i projektet. De redovisas i kronologisk ordning efter hur kandidatprojektet har genomförts. Emellertid har vissa metoder använts återkommande genom projektets olika delar men nämns under den fas de användes först.*

---

## 3.1 Datainsamlingsmetoder

Det finns två olika typer av data: *kvalitativ* och *kvantitativ*. Vilken sort som eftersträvas beror på undersökningens natur och datans tillgänglighet.

Den kvalitativa datan är djup och detaljerad, men ofta inte direkt jämförbar. Den används dels för att få en överblick över ämnet och dels för att få detaljerad information och nyanserade beskrivningar av specifika situationer och handlingar (Kvale, 1997).

Kvantitativ data är mätbar data. Den kvantitativa datan används till statistik och är till stor hjälp när olika alternativ ska jämföras. En nackdel med kvantitativ data är att det krävs en stor mängd data för att kunna uppnå ett valitt resultat. (Jordan, 1998)

### 3.1.1 Observationer

Syftet med *observationer* är att ge en förståelse för användningen. Observationerna kan utföras i en arrangerad labbmiljö eller i fält.

En fältobservation går ut på att undersökaren iakttar användaren i den miljö där de normalt använder produkten. I jämförelse med observationer i exempelvis ett laboratorium ger fältobservationer högre reliabilitet eftersom den observerade inte påverkas av en främmande omgivning. (Jordan, 1998)

Antingen observeras användaren i sina vanliga uppgifter, eller så styr undersökaren vilka uppgifter testpersonen ska utföra. Dock är det viktigt att minimera inverkan av undersökarens närvaro.

Metodens fördelar är främst att undersökaren inte blir beroende av intervjupersonens vilja eller ovilja att svara på ställda frågor. Det går även att identifiera beteenden som en intervjuad person själv inte är medveten om. Däremot kan observationer inte registrera känslor och attityder, vilket är en nackdel med metoden (Bohgard, 2008). Observationer är ett bra komplement till intervjuer då de inte bara registrerar vad människan säger utan mer specifikt vad denne faktiskt gör. (Bligård, 2011)

### 3.1.2 Djupintervjuer

*Djupintervjuer* är kvalitativa intervjuer där följdfrågor ställs i syfte att få reda på så många problem som möjligt. Som datainsamlingsmetod går intervjun ut på att förstå hur användaren tänker och resonerar kring det undersökta ämnet, samt vilka känslor och attityder denne har. Då den subjektiva datan, som intervjun resulterar i, sedan ska analyseras

och ligga till grund för slutsatser ställs höga krav på genomförandet. (Lantz, 2007; Kvale, 1997)

För kvalitativ data kan intervjun vara semistrukturerad eller ostrukturerad. Den semistrukturerade utgår från vissa frågeområden men innehåller också frågor som inte är formulerade på förhand. Under den ostrukturerade intervjun samtalar intervjuledaren och intervjupersonen/-personerna mer eller mindre fritt kring ett ämne. För en kvalitativ studie då det är ganska klart vad för information som efterfrågas kan den semistrukturerade vara att föredra framför den ostrukturerade. (Lantz, 2007)

Vid användning av djupintervjun som kvalitativ datainsamlingsmetod är det många aspekter som måste tas i beaktande:

### **Intervjupersoner**

Antalet intervjupersoner beror självfallet på undersökningens syfte. Hänsyn bör också tas till om den insamlade datan blir för stor för analys, eller för liten för att resultatet ska kunna generaliseras. För att nå ett resultat som är valitt för den undersökta populationen bör urvalet vara representativt, det vill säga att urvalet besitter samma bakgrundsvariabler, såsom ålder och kön, som populationen i helhet. Ett urval som är representativt måste också vägas mot de resurser som finns. Vanligtvis, för kvalitativa intervjuer, brukar det behövas 15±10 personer som deltar i studien. (Kvale, 1997)

### **Gruppintervjuer**

*Gruppintervjuer* innebär att flera personer intervjuas samtidigt. Det resulterar i ett samspel mellan intervjupersonerna som leder till spontana och känsloladdade uttalanden om det diskuterade ämnet. Nackdelar med metoden kan vara att intervjuarens kontroll över situationen minskar och att den insamlade datan kan vara svår att skapa sammanhang i. (Kvale, 1997)

### **Dokumentering av intervjun**

Genom att spela in intervjun kan intervjuaren koncentrera sig på frågorna och genomförandet av själva intervjun, istället för att anteckna. En ljudinspelning medför att intervjun kan gå igenom noggrant och personer som inte har varit på plats kan ta del av exakt vad som sades.

Ljudinspelning tar inte hänsyn till andra kontextuella faktorer såsom kroppsspråk och ansiktsuttryck. Här kan filminspelning vara att föredra om det finns behov av och tid till att analysera sådan information. Inför analysen transkriberas intervjun från ljud/bild till text.

### **Frågemall**

Som grund till intervjun bör en intervjuguide med de olika frågeområdena ha förberetts, som, beroende på vilken struktureringsgrad intervjun har, bör följas mer eller mindre noggrant. I den semistrukturerade kvalitativa intervjun bör intervjuaren vara förberedd på att gå ifrån mallen och ställa relevanta följdfrågor.

### **Etiska aspekter**

Intervjun bör inledas med att ta upp de etiska aspekter som finns. Intervjupersonen bör därför bli informerad om intervjuns syfte och själva tillvägagångssättet. Vidare bör

intervjuaren berätta om hur datan kommer användas. Slutligen bör intervjuaren påpeka att intervjupersonen kan dra sig ut när som helst och huruvida möjligheten finns erbjuda anonymitet. (Kvale, 1997)

### 3.3 Analysetoder

Analysmetod väljs och genomförs utifrån projektets syfte och den karaktär den insamlade datan har. Materialet från datainsamlingen måste struktureras, det vill säga sorteras med avseende på vad som är väsentligt. Sedan tolkas datan, och sist återkopplas resultatet mot de frågeställningar som datainsamlingen är baserad på för att se om frågorna är besvarade. (Kvale, 1997)

#### 3.3.1 KJ-analys

*KJ-analys*, som även kallas släktskapsdiagram, används för att gruppera och sortera stora mängder data insamlad genom exempelvis djupintervjuer. Datan grupperas efter släktskap vilket ger en tydligare helhetsbild. Metoden går till så att datainsamlingens resultat redovisas på papperslappar. På en papperslapp kan det till exempel stå en mening från en intervju eller från en observation. Lapparna sorteras ihop i olika grupper och får ett samlingsnamn. Analysen startar alltså i detaljerna, och helheten framträder efter hand. Resultatet kan exempelvis avspeglas i en problem- eller kravbild. (Bligård, 2011)

#### 3.3.2 Hierarkisk uppgiftsanalys

*Hierarkisk uppgiftsanalys*, *HTA*, används för att strukturera upp de steg som krävs för att nå ett visst mål med en produkt. Analysen går till så att huvudmålet bryts ner i de steg och uppgifter som användaren måste utföra för att komma till målet. De uppgifterna blir delmål som kan brytas ner ytterligare. (Bohgard, 2008)

HTA ger en överblick över de operationer som behöver utföras, och blir en beskrivning av olika funktioners inbördes relationer.

#### 3.3.3 Predictive Human Error Analysis

En *Predictive Human Error Analysis*, *PHEA*, kan utföras för att jämföra två produkter med avseende på användarfel. Den uppmärksammar interaktion mellan användaren och produkten och visar vilka användningsfel som kan uppkomma och deras konsekvenser.

Tanken är att felhandlingar ska identifieras för att sedan reda ut orsaken till dessa, konsekvenser samt huruvida användaren kan upptäcka och återhämta felet.

### 3.4 Metoder för specificering av användarnas krav och önskemål

#### 3.4.1 Persona

En *persona* är en fiktiv användarkaraktär, noggrant komponerad, och används som representant för en större grupp användares mål, behov och personliga karaktärer. Personen förmedlar kunskap om användaren och kontexten samt ger alla delaktiga i processen en

gemensam bild av produktens användare. Personan levandegörs genom att tilldelas ålder, bostad, vanor och så vidare. (Goodwin, 2005)

### 3.4.2 Kravspecifikation

Val kan göras genom intuition eller erfarenhet, men oftast är det bra att komplettera de subjektiva bedömningarna med objektiva mått. Det viktigaste objektiva underlaget är *kravspecifikationen*. Den beskriver på ett mätbart sätt vad produkten ska uppnå.

Specifikationen är ett hjälpmedel för att konkretisera de krav som användaren har på produkten och förmedla dem till andra i gruppen. Det är dock viktigt att tänka på att en kravlista i sig inte automatiskt överför förståelsen för kraven, utan det är essentiellt att den som ska uppfylla eller utvärdera kraven också får bakgrunden till kravsättningen. (Kaulio, 1996)

För att ge en överblick över kravets vikt kan de delas in i krav och önskemål. Krav måste uppfyllas medan önskemål är det som ger produkten ett mervärde men som inte nödvändigtvis behöver vara en del av produkten. Ett krav kan vara uppfyllt i olika grad, en naturlig följd av kompromisser då krav i vissa fall står i motsats till varandra.

### 3.4.3 Expression association web

En *expression association web*, *EAW*, är en samling ord vars innebörd har betydelse för den framtida produktens utformning och uttryck. Orden är en tolkning på de omätbara krav som intervjuer, observationer och litteraturstudier lett fram till, såsom semantiska och estetiska aspekter. En *EAW* används ofta som en utgångspunkt för en expression board.

### 3.4.4 Expression board

En *expression board* är ett bildkollage som förmedlar den stämning, känsla och det uttryck som en specifik målgrupp vill ska stämma in på produkten och dess användning. Kollaget innehåller bilder som beskriver *form, färg, material, metafor* och *liknande produkt*. Dessa bilder formar tillsammans en helhet som den färdiga produkten ska uttrycka. Genom att placera produkten i expression boarden och granska hur väl den passar in kan semantiska och estetiska aspekter utvärderas. (Wikström, 2009)

## 3.5 Idégenereringsmetod

### 3.5.1 Brainstorming

*Brainstorming* används ofta vid idégenerering i grupp. Metoden går ut på att generera så många idéer som möjligt. För att tänka utanför de invanda mönstren och vanorna uppmuntras visionära idéer, och realiserbarhet behöver inte beaktas. En orealistisk idé kan vara en väg till att upptäcka en annan lösning. De andra i gruppen kan därför bygga vidare på förslaget, använda det som inspiration till andra idéer eller kombinera idén med någon annan. Därför är all kritik förbjuden under brainstormingen. (Bohgard, 2008)

Alla idéer noteras, och idégenereringen utvärderas efter sessionens slut. Oftast kommer de flesta idéerna att behöva förkastas, men några idéer kan hittas som är värda att följas upp (Cross, 2000).

## 3.6 Konceptutvärdering

### 3.6.1 Cross metod med viktade krav

Cross beskriver en metod för att med hjälp av kraven bestämma vilken lösning som är bäst. Fördelen med metoden är att den inte behöver användas på färdiga koncept utan olika dellösningar kan utvärderas parallellt.

Metoden använder inte hela kravspecifikationen utan nöjer sig med fyra till åtta viktiga krav. Först måste de valda kraven få en inbördes viktning. Genom att ställa varje krav mot de andra och bestämma vilket som är viktigast kommer de olika kraven att rangordnas. Kraven placeras sedan ut i rangordning någonstans på en skala 0-10. Varje krav ges därefter en viktningsfaktor efter sin placering i skalan.

Därefter ställs lösningsförslagen upp i en matris tillsammans med kraven. Varje lösning får en siffra, 0-9, för varje krav efter hur väl den uppfyller kravet. Siffran multipliceras med viktningsfaktorn för det kravet och summeras ihop till lösningens slutliga poäng. Hög poäng visar på en bra lösning. Lösningarnas poäng kan jämföras med varandra, men också med den optimala poängen.

### 3.6.2 Scenario

Kaulio et al (1996) beskriver *scenario* som en "konstruktion" av en framtida användningssituation i syfte att göra produktens mål tydligare. Scenariot kan beskriva både den användningssituation/-uppgift som användaren utför, miljön/kontexten som uppgiften sker i och hur användaren interagerar med produkten. Scenariot är en precisering och en exemplifiering, baserad på datainsamling och analys, av användningen.

Om produktens uppgift och användning är begränsad till en viss situation kan det räcka med ett scenario, men oftast ger flera olika scenarion en bredare bild av vilka situationer som produkten kommer att fungera bra respektive dåligt i.

## 3.7 Visualisering - CAD

CAD står för Computer Aided Design (datorstödd konstruktion/utförning) och innebär att en modell skapas i datorn. Metoden är effektivast sent i en produktutvecklingsprocess, och används ofta när ett koncept redan är bestämt (Ottosson, 1999) för att generera ritningar som tillverkningsunderlag samt fotorealistiskt presentationsmaterial. 3D-modellering är ett effektivt verktyg för att undersöka detaljer, materialstrukturer och färger som påverkar produktens uttryck.

# 4 Förstudien och dess delresultat

---

*För att få en inblick i ämnet gjordes en förstudie för att ta reda på mer om så väl de mobila bergkrossarna som branschen i stort och dess marknad.*

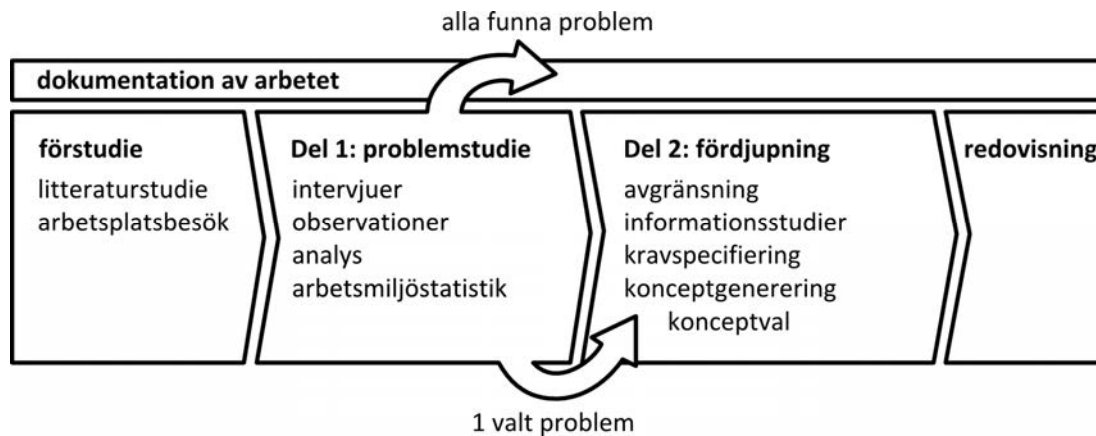
---

## 4.1 Specificering av uppdraget

Projektet inleddes med en bred angreppsvinkel. Första fasen var ett möte med representanter från uppdragsgivaren, SBMI, för att höra om det fanns fler tankar och avgränsningar än vad som framgick av målet i den ursprungliga projektbeskrivningen.

Svaret blev att SBMI vill ha en extern granskning av hela krossoperatörens arbetsplats som ett underlag för internt utvecklingsarbete och argument i samtal med tillverkare och myndigheter.

Projektgruppen kom därför överens med uppdragsgivare om att första halvan av arbetet skulle innefatta en problemstudie baserad på intervjuer och observationer med krossoperatörer. Andra halvan skulle bestå av en djupdykning i ett problemområde där en teknisk lösning ska arbetas fram.



Figur 4.1:1 – Projektets faser, från vänster till höger

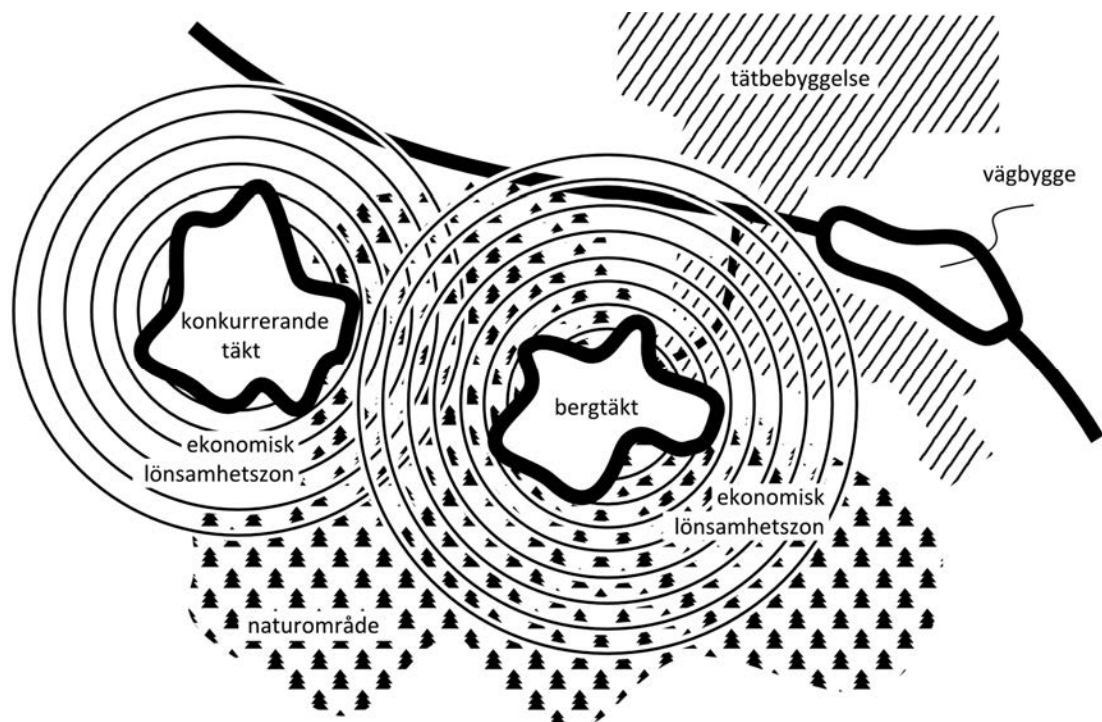
## 4.2 Förstudie - en första inblick i branschen

Redan vid första mötet med SBMI fick projektgruppen en genomgång av krossarnas grunduppbyggnad och flödet på en arbetsplats. Projektgruppen fick också tillgång till litteratur om krossar och om branschen, vilket ytterligare kompletterade bilden.

Två besök på täkter i Göteborgsområdet genomfördes. Under det första besöket fick projektgruppen se en mobil förkross på nära håll, och även klättra upp på denna. Detta gav ett starkt första intryck av hur hård miljö operatörerna jobbar i och hur komplexa maskinerna verkligen är.



#### 4.2.1 Bergtäkten i samhället



Figur 4.2.1:1 - Bergtäkt, vägbygge och dess omgivning

Det finns många täkter i Sverige, ungefär 2500 stycken. En anledning till att det behövs så många är att transport av krossmaterialet är relativt dyrt i förhållande till de låga stenpriserna. Runt varje täkt finns det därmed en tydlig ekonomisk lönsamhetszon som bestämmer gränsen för hur långt bort kunderna kan vara.

Flera krossentreprenörer har sina arbetsplatser utspridda över en stor del av landet. Mobila bergkrossar har fördelen att de inte är bundna till en specifik täkt utan kan flyttas mellan olika platser där det finns sprängsten. Liknande förutsättningar råder på de flesta arbetsplatser med mobila bergkrossar, var de än befinner sig i Sverige. Krossmodellerna som används är från samma tillverkare. Dessutom gäller samma anställningsvillkor och det råder liknande klimatförhållanden runt om i landet.

Transport av krosstenen är tung och dammar mycket. Tunga transporter sliter på vägarna och bidrar bland annat till luftföroreningar och vibrationer. Vid vägbyggen kan Trafikverket, som är uppdragsgivaren, styra vilka vägar som används vid transporter genom att besluta att den entreprenör som fraktar stenen bara får använda vissa vägar (Vägverket, 2009).

Inte bara transporter utan också borrhning, sprängning och krossning ger upphov till vibrationer. Vibrationerna fortplantar sig genom berget och i stommen på de byggnader som finns i närheten. Innehavaren av bergtäkten kontrollerar därför hur husen i omgivningen påverkas av vibrationerna, för att se till att de ligger inom gränsvärdena. Vibrationerna registreras med en vibrationsmätare som är monterad på husen.

Om värdena är för höga kan det vara tvunget att sprängsalvorna görs mindre, eller att sprängaren arbetar med delade salvor som smäller kort efter varandra, s.k. intervallsprängning.

Damm, buller och vibrationer är den tydligaste påverkan på omgivningen. Dessutom kan grundvattnet störas och förändras när berget sprängs bort. Täkter och byggen tränger bort en del av naturen, men täkterna är också viktiga för en del arter på grund av sin unika miljö (Jonsson, 2010).

#### **4.2.2 Systemet runt den mobila bergkrossen**

Omgivningen är ofta en täkt eller ett vägbygge där krossen står i anslutning till den sprängda salvan. Runt omkring finns natur och bebyggelse som påverkas av arbetet. Detta är den kontext den mobila bergkrossen befinner sig.

Den primära produkten är en mobil bergkross. Förklarande beskrivning av en mobil bergkross finns i avsnitt 4.2.3. Sammanfattat används krossarna för att krossa sten till mindre fraktioner. Några krossar kan också sortera stenen efter önskad storlek med hjälp av en sikt.

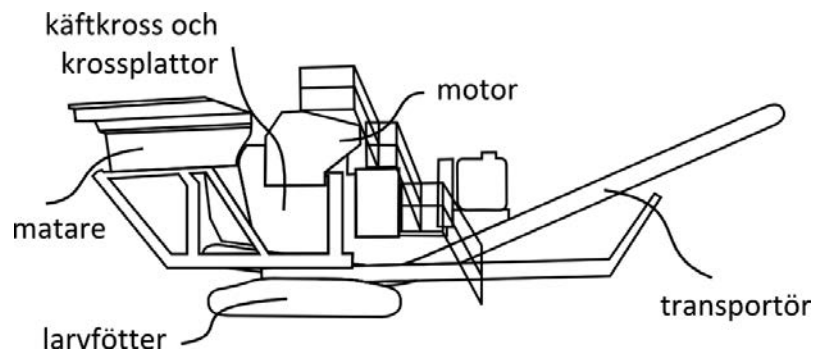
Ofta sköts de mobila krossarna av ett externt krossföretag som skickar en kross och en operatör. Operatörerna jobbar ofta under stort eget ansvar, och de allra flesta ser det som en stor fördel. Eftersom de externa operatörerna efter ett par månader ofta flyttar med sin kross till nya arbetsplatser kan kontakten med andra på arbetsplatsen bli lidande.

De primära användarna är operatörerna som är anställda för att sköta maskinen. De har ofta ingen utbildning specifikt för krossen, men en god allmän kännedom om stora maskiner. Sekundäranvändare är framför allt olika reparatörer. Krossföretagen har ofta egna reparatörer, och dessutom finns reparatörer och installatörer hos tillverkare och elfirmor. Förutom de primära och sekundära användarna är lastbilschaufförer, sprängare, företagsledning, kunder samt andra på arbetsplatsen och boende i området sidanvändare som påverkas av krossen.

Uppgiften krossen har är att leverera krossad sten. För att hålla igång en kross behövs dock inte bara de funktioner som hör till den vanliga driften, utan montering, transport, reparationer, underhåll och avhjälp av ofrivilliga stopp hör också till det som en operatör måste förhålla sig till.

## 4.2.3 Krossens delar och användning

### Förkrossens delar och användning



Figur 4.2.3:1 - Förkrossens delar

Viktiga delar på en förkross:

- > *Matare* - Bergmaterialet lastas i mataren och förs med hjälp av skakningar fram till käftkrossen där stenen krossas
- > *Grizzly* - Gaffeltänder i mataren som sorterar bort mindre sten som ramlar igenom tänderna
- > *Käftkross* - Käftkrossen består av två vertikala krossplattor som knackar stenen mellan sig och därmed krossar den ilastade salvan som kommer från mataren
- > *Transportör* - Den del på krossen som förflyttar krossad sten
- > *Transportband* - Transportörens band på vilket stenen färdas

Förkrossen är oftast larvburen och har en käftkross. På morgonen kör operatören igång krossen. Det är i många fall en process som tar tid eftersom elen och dieselmotorn med generator ska sättas på. Motorn och krossen går bäst efter en stund när de blivit varma.

Operatören som sköter förkrossen sitter i en grävmaskin eller i en hjullastare, och lastar sten i mataren. Det tar tid innan operatören lär sig hur mycket sten krossen ska ha i mataren för att gå som bäst. Operatören ser till att käftarna sitter med rätt avstånd mellan varandra och att hastigheten på mataren är rätt inställd. Om någon inställning behöver justeras kan svårighetsgraden variera beroende på hur modern krossen är och hur den är konstruerad.

Småsten sorteras bort av grizzlyn och faller ner på transportören. De stora stenarna ramlar ner mellan käftarna och krossas. Den krossade stenen transporteras därefter iväg på en transportör. På transportören kan det finnas flera typer av hjälputrustning, bland annat bevattning som binder dammet, magnetavskiljare som skiljer ut metallskrot från krosstenen för att förhindra skada på efterkrossen samt hastighetsvakt och våg.

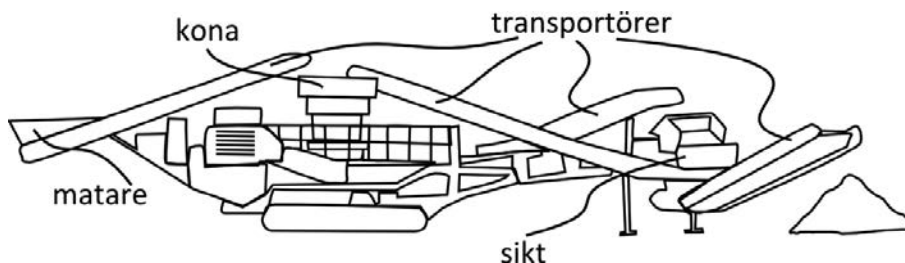
Miljön är krävande, det är damm, fukt, vibrationer och varierande temperaturer. Utrustningen ska därför klara av stora påfrestningar.

Men ibland går någonting sönder eller krånglar. Det gäller både själva käftkrossen, transportörerna och de andra delarna. När någonting krånglar, oavsett om det medför direkt driftstopp eller ej, är det operatörens uppgift att få problemet löst.

Några operatörer fungerar själva som reparatörer, medan andra ringer in hjälp från det egna företaget, från tillverkaren eller från andra företag. Till operatörens vanliga uppgifter hör också att hålla koll på när förebyggande underhåll ska genomföras.

Förutom operatören som sköter krossen och lastar i sten finns ofta en medhjälpare som flyttar den färdigkrossade stenen. På en del krossar kan uppgifterna skötas av en enda person. Då kan operatören arbeta ensam hela dagen.

### Efterkrossens delar och användning



Figur 4.2.3:2 - Efterkrossens delar

Viktiga delar på en efterkross:

- > *Matare* - I den lastas bergmaterialet
- > *Kona* - En excentriskt roterande kona mal sönder stenen mot manteln
- > *Mantel* - En cirkulär mantel omsluter konan
- > *Konkross* - Konan och manteln utgör tillsammans konkrossen
- > *Transportör* - Den del på krossen som förflyttar sten
- > *Transportband* - Transportörens band på vilket stenen färdas
- > *Sikt* - Innehåller siktdukar som siktar stenen och sorterar den i olika storlekar

Efterkrossen har ofta en konkross och en sikt. Det finns både hjulburna och larvburna modeller. Teoretiskt sett skulle efterkrossen kunna se ut som förkrossen men med en konkross istället för en käftkross. Men oftast har efterkrossen minst en stor sikt och transportörer som leder bort material från alla de olika siktdäcken. Det gör att efterkrossen ofta blir mer skrymmande, med fler riskabla transportörer.

Operatörens roll är väldigt lik den för förkrossoperatören. Om förkrossen och efterkrossen är hopkopplade finns det datorprogram som ser till att de fungerar optimalt tillsammans. Det hjälper operatören och gör det möjligt för en operatör att sköta båda maskinerna.

#### 4.2.4 Krossningsprocessen

Råmaterialet vid krossning är oftast sprängd sten. Bergets material och kvalitet bestämmer hur lättbearbetad salvan kommer vara senare. Ett dåligt berg med mycket sprickbildningar tenderar att ge flata stenar som blir svårare att krossa och har lägre hållfasthet efter krossning. Även borrning, laddning och detoneringsföljd har stor påverkan på hur lättarbetad stenen blir.

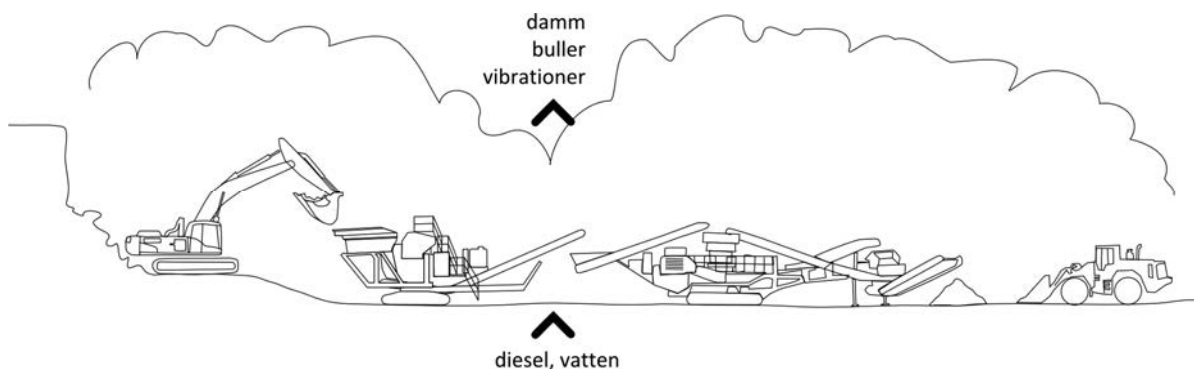
För att salvan ska gå ner i krossen behöver de största stenarna ofta ”pickas”. En grävmaskin med hydraulhammare hamrar sönder, ”pickar”, de stora stenblocken. Den sten som kan användas till krossen ska inte vara för stor, exempelvis ska stenen till Sandviks mobila bergkross UJ440i vara mellan 0 och 760 mm, det som på krosspråk heter 0/760 (UJ440i, Sandvik).

Sprängsten i den storleken går till en förkross som krossar ner stenen till vanligtvis 0/150, det vill säga 0 till 150mm i diameter. Krossen kan flyttas på sina larvband och placeras på sprängstenen, salvan. Den sten som förkrossen krossat åker ut på en transportör och hamnar antingen i mataren till en efterkross eller i en hög bakom krossen för vidare transport till en efterkross någon annanstans i tälkten. Fördelen med att ha en efterkross direkt kopplad till förkrossen är att transporterna mellan krossarna tjänas in. Nackdelar är att efterkrossen inte alltid får plats och att produktionen blir mer sårbar vid plötsliga driftstopp.

Kunderna har olika produkter att välja mellan. Krosstenen delas exempelvis upp i stensmjöl (0/2, 0/4), makadam (2/4, 4/8, 8/11, 8/16, 11/16, 16/25, 16/32, 32/63) och bergkross (0/32 till 0/150) (Ballast, 2009). För att få ut de olika fraktionerna används siktar. Vanligtvis finns de på efterkrossen, men de kan också kompletteras med ytterligare en sikt på förkrossen eller vara en separat maskin som kopplas in efter efterkrossen.

Den transport av sten som inte utförs av krossarnas egna transportörer (transportband) sköts av hjullastare och bergtruckar/lastbilar. Ibland hämtar kunden stenen inne i tälkten men oftast lagras de sorterade produkterna i stora högar i ett upplag.

Under hela processen dammar det. Om salvan får ligga några veckor innan den krossas hinner dammet ofta bindas av regn. Även om dammet binds tillfälligt blir ytorna på stenarna så pass stora när stenen krossas att vattnet i salvan oftast inte räcker till. Därför vattnas den krossade stenen när den kommer ut på bandet och där den ligger på hög i upplaget.



Figur 4.2.4:1 - Stenens väg genom tälkten

# 5 Problemstudien och dess delresultat

---

*Problemstudien avser att uppfylla projektets första delmål. Utifrån den information som kommit fram i förstudien kunde projektgruppen strukturera och planera genomförandet av problemstudien. Störst fokus lades på att intervjua operatörer om deras situation. Detta resultat presenteras i 5.1.2 uppdelat i fem problemgrupper: krossens delar och funktioner, direkta konsekvenser av krossning, yttre faktorer, attityd och stress samt operatörens säkerhet. Resultat från övriga studier presenteras i 5.2.1. Av resultatet av problemstudien valdes ett problemområde för vidare konceptutveckling i andra delen av projektet.*

---

## 5.1 Intervjuer och observationer

### Intervjuer

Parallellt med förstudien skapades ett frågeformulär som fungerade som stöd vid intervjuerna. (Se Bilaga I) Frågorna behandlar allt från arbetstider till drömmar om framtiden, och skulle vara en hjälp att fånga operatörens behov och krav.

Under arbetets gång gjordes besök på bergtäkter och vägbyggen i Västra Götalandsregionen där intervjuerna och observationerna genomfördes. 14 stycken var djupintervjuer varav en var en gruppintervju, alla klassas som kvalitativa. Sammanlagt intervjuades 14 operatörer och reparatörer samt tre platschefer och andra bransch-kunniga. Dessa tre intervjuer användes framför allt för att konfirmera och komplettera det som operatörerna hade sagt.

Alla de intervjuade har varit män i olika åldrar, mellan 20 och 60 år. Urvalet av intervjupersonerna ansågs vara representativt för branschen, trots den geografiska begränsningen av intervjupersoner. Detta då förhållandena när det gäller arbetsplatsen och arbetssituationen i stora drag är lika runt om i landet. Det som kan påverka är skillnaden i klimat mellan norra och södra Sverige, vilket beaktades vid analysen av den insamlade datan.

Datan som söktes från intervjuerna skulle vara kvalitativ och operatörernas egen bild av problemen. Projektgruppen hade en viss uppfattning om vilka olika typer av problem som kunde finnas och kunde förbereda frågeformuläret så att intervjuerna kom att bli semistrukturerade. Den semistrukturerade intervjuformen ansågs vara bäst för projektets syfte eftersom trender och tendenser söktes inom ett specifikt område. Den semistrukturerade intervjun medförde flexibla intervjusituationer som samtidigt berörde för studien relevanta aspekter. Frågeformuläret användes som stöd och följdfrågor ställdes i syfte att få reda på många problem och förstå dess konsekvenser och orsaker.

Intervjuerna ägde rum på arbetsplatserna. Oftast i ett lunchrum, med kollegor som pratade, åt och ibland även flikade in kommentarer eller åsikter. Varje intervju inleddes med att erbjuda operatörerna anonymitet samt redogöra för hur intervjuaterialet skulle användas. Därefter tillfrågades intervjupersonerna huruvida de samtyckte till inspelning. De flesta operatörerna godkände inspelningen.

## Observationer

I samband med intervjuerna iakttog även projektgruppen krossarna som fanns på plats. Det skedde både med krossar som var i drift och mer ingående på de som var avstängda. På detta sätt kunde projektgruppen få en djupare förståelse för vissa problem och komplettera intervjuerna med egna observationer.

### 5.1.1 Analys av insamlad data

Intervjuerna transkriberades ordagrant. Ur texten valdes sedan de citat som beskrev problem, behov och eventuella tankar om lösningar. Detta resulterade i 395 problemrelaterade citat.

Problemen grupperades på ett stort pappersark med hjälp av en KJ-analys. Citaten delades in i grupper baserade på vilket problem citatet lyfte fram och var orsaken till detta problem låg. En grupp kunde vara att en specifik del på krossen som krånglar ofta eller problematik som bygger på att användarna känner sig stressade. Ur analysen kom 24 rubriker som sammanfattade problemcitaten.

KJ-analysen skulle förenkla problembilden, så efter att rubrikerna/de övergripande områdena tagit form skrevs citaten under respektive rubrik om till en beskrivande text om området. I de fall som informationen som kommit fram vid intervjuerna inte räckte till för att ge en bra bild gjordes ytterligare efterforskningar. Bland annat kontaktades krosstillverkaren AB P. J. Jonsson & Söner för teknisk konsultation.



Figur 5.1.1:1 – KJ-analys

## 5.2 Resultat av problemstudien

De funna problemområdena delades in i fem grupper; *Krossens delar och funktioner, direkta konsekvenser av krossning, yttre faktorer, attityd och stress* samt *operatörens säkerhet*. Citat som presenteras har sitt ursprung i någon av intervjuerna och är karakteristiska och talande för sitt problemområde. Efter varje citat anges en intervjuperson, IP, som kan kopplas samman med en operatör respektive platschef i tabellen nedan. Resultatet är baserat på alla intervjuerna men endast tio intervjupersoner har citerats i den löpande texten.

Intervjuperson	Anställning	År i branschen (fler eller färre än 10)	Krosstyp
IP1	Platschef	Fler än 10	
IP2	Operatör	Färre än 10	Förkross + efterkross
IP3	Operatör	Färre än 10	Förkross + efterkross
IP4	Operatör	Färre än 10	Förkross + efterkross
IP5	Platschef	Fler än 10	
IP6	Operatör	Fler än 10	Förkross + efterkross
IP7	Operatör	Fler än 10	Förkross + efterkross
IP8	Operatör	Fler än 10	Förkross
IP9	Operatör	Färre än 10	Efterkross
IP10	Operatör	Fler än 10	Förkross

Tabell 5.2:1 – Intervjupersoner

### 5.2.1 Krossens delar och funktioner

#### Start och stopp av kross

Då de mobila krossarna kan vara omständiga att starta, undviker operatörer helst att stänga av dem. Mindre reparationsarbeten genomförs därför med krossen igång vilket ökar risken för olyckor. *“Han blev av med armen, ja. Men det är bra om dom får reda på verkligheten. En ska stänga av men det blir ju inte så.”* (IP2, operatör). Också då operatörerna går på rast lämnas krossen igång. *“Vi stänger aldrig av krossarna under dagen, det tar för mycket tid.”* (IP1, platschef). En operatör förtydligar varför han inte stänger av krossen när det är dags för rast: *“Det tar såpass lång tid och att den kanske inte startar riktigt som den ska. Då tar det ännu längre tid så den får stå där.”* (IP3, operatör)

#### Matning med hjullastare/grävmaskin

Det krävs en ramp för att nå mataren med en hjullastare. Detta är ett tidskrävande bygge som måste göras om vid varje förflyttning av krossen. Krossens matare är inte anpassad för hjullastarens stora skopa medan grävskopan ibland inte anses tillräcklig volymmässigt. Det händer att operatören som matar med grävmaskin stöter till mataren med grävskopan och det tar då tid att få den på plats igen. En annan uttalad nackdel med att mata med grävmaskin är att den är placerad upp på salvan. Detta medför att då operatören tar sig ur förarhytten måste han klättra/ hoppa ner för stenhögen för att ta sig ner.



## Matare

Sten som fastnar i matarens grizzly måste avlägsnas manuellt, när detta görs är krossen avstängd. Mataren kan av misstag hamna snett och då måste den monteras tillbaka i rätt läge vilket är svårt och tidskrävande. *"Det är svårt när man ska hissa ner den där på fjädrarna, då är det svårt att få den där den ska vara."* (IP8, operatör). Några operatörer har även uttryckt att det är besvärligt att reglera matarens hastighet. Exempelvis saknar en del av hastighetsreglagen något som indikerar det nuvarande läget samt min- och maxläge, vilket gör det svårt för operatören att ställa in hastigheten.

## Käftkross

Plattorna i käftkrossen slits av krossningen. Därför behöver de vändas eller bytas ungefär en gång i månaden. Ett sådant arbete kräver att flera operatörer närvarar och det kan vara både tungt och farligt, beroende på vilken teknik som används. *"När vi byter krossplattor använder vi vanliga kättingar med krokar på. Man får passa sig."* säger IP8 medan en annan operatör berättar att de har specialverktyg som gör att bytet går smidigt och utan problem. Mellan bytena måste käftan klämmas ihop allt eftersom slitage uppstår på plattorna och det kan göras antingen med hydraulik eller manuellt, vilket beror på krossmodellen. Operatörerna föredrar hydrauliken då det i annat fall är tungt. Det värsta som kan hända är att krossen fastnar när den är fylld med sten och därför inte kan starta, detta innebär att operatörerna får tömma krossen på okrossad sten för hand. *"Då får man stanna krossen och plocka ur fanskapet."* (IP8, operatör)

## Konkross

Att byta konkrossens mantel är ett mycket slitsamt och tidskrävande moment. *"Det är ett tungt arbete, för en får stå och slå länge... det är inte så roligt att stå där uppe och bonka."* (IP9, operatör). Sten som fastnar i konan avlägsnas manuellt med hjälp av ett spett och detta görs då krossen är igång. Detta moment är riskfyllt eftersom spettet kan slås ur operatörens händer alternativt kan krossen ta tag i spettet när sten som satt fast lossnat.

## Nivå i kross

Det förekommer att nivån av bergmaterial i krossen inte kan hållas på jämn och önskad nivå. Då en ojämn nivå påverkar produktionstakten samt sliter på krossen blir operatören frustrerad och stressad. För att hålla en jämn och önskad nivå har operatören främst två hjälpmedel, nivåöga och ekolod. Problemet med nivåögat är att det dammar igen vilket åtgärdas genom att torka rent det. *"Det kan vara sånt där nivåöga till exempel som har dammat igen. Då stänger man inte av alltihop för att torka bort med fingret utan då gör man det och så går man därifrån igen."* (IP2, operatör). Enligt ett par operatörer går ekolodet sönder ofta eftersom de sitter i vägen, medan andra är mycket nöjda med att ha ekolod på sin maskin. Enligt en tillverkare ska det inte vara något problem med ekolodet förutsatt att det är korrekt monterat.

## Knackning

Sten som fastnat i krossen kan knackas loss med hjälp av en hydraulhammare. Denna styrs med spakar uppe på krossen alternativt från lastmaskinen med hjälp av en fjärrkontroll och kamera. Ett annat sätt för knackning är att grävmaskinens skopa kan bytas mot ett spett. Eftersom grävmaskinisten inte ser ner i krossen från sin hytt krävs en kamera alternativt att en annan operatör klättrar upp på krossen och förmedlar var spettet ska knacka. Saknas dessa hjälpmedel knackar operatörerna loss sten med ett vanligt järnspett. Detta är fysiskt krävande och mycket farligt då det kan flyga upp sten samt att krossen kan rycka tag i spettet.

## Sikt

Sikten på krossen kräver mycket underhåll och upplevs av operatörerna som ett problemfyllt område, främst på efterkrossar där de används i större utsträckning. Siktdukarna kan sättas igen av lera och sten samt skadas och skäras sönder av stenar. De byts manuellt och detta upplevs som ett ovälkommet moment då det är både trångt och dammigt. *“Ja, det är ju en spännlist som sträcker isär duken och den får man ju släppa på och knacka loss. Och tillslut är ju siktduken lös, då. Så får man ta ur den och trä i en ny. Och återspänna detta, då. Men det är också lite trångt och dammigt igen, och sten och grus.”* (IP2, operatör) Det händer att operatörerna slarvar vid bytet vilket leder till att det måste göras om.

## Transportörer

Transportörerna nämns av alla operatörer då problem och olyckor kommer på tal. Det är vid transportörerna som de flesta allvarliga olyckorna sker. Operatörer petar bort sten som fastnat och metallskrot när banden är igång vilket är mycket farligt. De allvarligaste olyckorna som kan uppstå är att operatören fastnar med handen eller jackan och att armen dras med in och kläms av transportbandet. Många av operatörerna känner till flera sådana fall där konsekvenser för de drabbade varit mycket allvarliga. Banden ska stängas av vid underhåll, men det görs inte alltid. Det finns skyddsplåtar som ska skydda operatörerna, men dessa monteras ofta bort. *“Egentligen ska ju bandet vara täckt, men eftersom det stannar så ofta har vi tagit bort det.”* (IP1, platschef). Gummilister kan användas som skyddsutrustning istället för plåtar på vissa krossar, men dessa hindrar inte operatörer från att komma åt när bandet rullar.

Transportörerna stannar ofta på grund av att materialet på är för tungt eller för att transportbanden slirar. Slirning kan uppstå när det blir is på banden, när det är för brant lutning på transportören eller väldigt blött. Transportbanden kräver mycket underhåll. Stenar sliter hål i bandmaterialet och banden är extra känsliga för slitage i den böj som uppstår där de ändrar riktning. Ett fåtal operatörer har nämnt att avskraparna, som ska avlägsna lera på bandet, inte fungerar, vilket resulterar i att lera och grus samlas under mataren vilket i sin tur innebär att bandet stannar.

## Elektronik

Jordfel förekommer ofta, både hos gamla och nya mobila enheter. Detta då damm och fukt tränger in i elskåp och kontakter vilket kan orsaka elfel. Det är problematiskt för operatören att felsöka och åtgärda elektronikfel då de oftast saknar den utbildning som krävs. Detta resulterar i onödiga olyckor och slitage av maskinerna. På frågan *“Börjar det brinna ibland?”* svarar en operatör *“Ja, hehe. Det gamla skåpet brann ju, så då fick jag köpa ett nytt.”* (IP8, operatör).

## Reparationer

Operatören utför ofta själv mindre reparationer på sin kross medan en reparatör utför de större reparationerna. På en del arbetsplatser är det dock operatören som servar sin maskin nästan helt själv. Den allmänna uppfattningen bland operatörerna är att reparationerna är slitsamma och mycket ovälkomna. På frågan *“Gör du reparationer dagligen?”* svarar en operatör *“Förhoppningsvis inte. Men det är klart att det krånglar en del, det gör det ju.”* (IP9, operatör) Miljön som operatörerna möts av när de ska reparera är ofta trång, mörk och smutsig. *“Man skulle ju varit konstruerad som en huggorm för att komma in. Trångt och vassa kanter och skit överallt vart du än ska.”* (IP9, operatör). *“Och om man tänker att man ska vara där och skruva och greja, det blir kolsvart”* (IP2, operatör)

Exempel på reparationer som ofta görs är:

- > Byte/lagning av ändrullar på transportband
- > Svetsning av trasiga delar
- > Byte/lagning av slangar och gummidetaljer
- > Underhåll av siktar
- > Vändning/byte av krossplattor

### 5.2.2 Direkta konsekvenser av krossning

#### Buller

Majoriteten av de intervjuade operatörerna har omnämnt bullret på sin arbetsplats som väldigt jobbigt. Ljudnivån runt krossen är högre än den gräns på 85 dB som enligt Arbetsmiljöverket anses kunna leda till hörselskador. Buller kan även verka uttröttande, vilket i sin tur leder till att fler misstag begås. Hörselskydd används av samtliga intervjuade operatörer, men en del upplever att skydden inte stänger ute bullret. *“Det tystar ju fan inte ordentligt med hörselskydden.”* (IP7, operatör).

#### Damm

Dammet är överallt och det är enligt de intervjuade operatörerna väldigt irriterande. Maskinhytterna är välisolerade och utrustade med extra filter, men dammet kommer ändå in i hytten. För varje gång operatören tvingas lämna sin hytt exponeras han för damm och det kommer även att fastna på kläderna och på så sätt komma in i förarhytten.

Om berget är kvartsrikt kan det leda till att operatören drabbas av stendammlunga, även känd som silikos, vilket är en kronisk och allvarlig sjukdom som innebär att lungkapaciteten försämras. *“...Och rökat, jag har ju aldrig rökat, men det trodde hon som undersökte mig.”* (IP8, operatör). Silikos ökar igen i Sverige då en minskad medvetenhet om sjukdomen gör att diagnosen numera kanske ställs på ett alltför sent stadium. (Arbetsmiljöverket, 2006) Med detta i åtanke är det allvarligt att operatörerna sällan har en aning om huruvida berget innehåller kvarts eller ej och om dammet är hälsofarligt eller inte. På frågan *”Vet du om det här berget innehåller mycket kvarts?”* svarar en operatör *–”inte en aning, du. Faktiskt.”* (IP9, operatör).

Dammet orsakar även problem som leder till driftsstopp såsom tidigare nämnda elfel. Idag motverkas dammet med olika metoder. De metoder som observerats under studien är bevattning och dammsugning. För att binda dammet kan salvan vattnas. Problem med denna metod är att bergmaterialet blir lerigt och kan fastna på transportband. På vintern går det inte att bevattna på grund av kylan. Flertalet operatörer menar att dammsugarna som används idag går sönder och fungerar dåligt. Damm som sugits upp, släpps ibland ut igen direkt på transportbandet.

### 5.2.3 Yttre faktorer

#### Klimat

Klimatet påverkar operatörens arbetssituation. På sommarhalvåret kan det dels damma väldigt och dels vid tyngre arbetsmoment vara irriterande med värmen. På sommaren kan dammet dock i stor mån bekämpas med hjälp av bevattning. På vintern är det inte bara torrt och dammigt utan även stor risk för tjälklumpar och slirande band. Tjälklumparna, som bildas då stenar fryser ihop, försvårar krossningen eftersom de fastnar i matare och kross.

#### Konstruktion och service

Under intervjuer har klagomål angående dålig service från tillverkare uppdagats. Till exempel kan det ta lång tid att få reservdelar. *“...med delar och så det tar ju väldigt lång tid tycker jag. Att få reservdelar?(Intervjuare) Ja.”* (IP10, Operatör). De mobila verken går sönder ofta, även de nyare verken kräver ofta större reparationer. Detta orsakar driftstopp som i sig är oekonomiskt och en stressfaktor för operatören.

#### Seriekoppling

Fördelen med att seriekoppla för- och efterkross är kostnadsbesparing i och med att transporten mellan krossarna försvinner och färre operatörer behövs. Nackdelar med seriekoppling är bland annat att det upplevs som mer stressande av operatörerna då de har fler delar att styra. Flertalet operatörer upplever även att seriekopplade krossar krånglar mer och om en kross stannar, stannar produktionen för båda krossarna. *“Om det är större problem måste man sära på krossarna, vilket resulterar längre stopp på flera dagar.”* (IP5, platschef).

### Lång inkörningsperiod

Maskinerna är komplicerade och skiljer sig åt vilket resulterar i långa inkörningsperioder. *“Det är inte en maskin som är lik den andre. Får du en ny maskin så tar det minst ett år.”* (IP6, Operatör). Instruktionsböcker används inte så ofta utan operatörerna lär sig hur de ska sköta bergkrossarna på egen hand vilket kan leda till frustration, tidspill och onödigt slitage av maskinerna.

### Stölder

Det förekommer att kablar och kameror stjäls från de mobila verken då de ofta är placerade på öppna områden utan större bevakning när de inte är i drift. Problemet med detta är att det kan leda till driftstopp och onödiga utgifter. *“Det är tråkigt när de håller på och stjälar. Det gör ingen nytta, de kan inte sälja dem ändå.”* (IP8, Operatör)

### Säkerhetstänk på arbetsplatsen

Operatörer känner ofta inte till ifall de har ett skyddsombud eller vad denne gör. På frågan *“Vad är skyddsombudets uppgift?”* svarar den intervjuade *“Att skälla på oss om vi inte har riktiga skyddskläder och sånt på oss.”* (IP4, Operatör). Det finns en efterfrågan på en ökad kontakt med skyddsombud. Under intervjuerna har det framkommit att operatörerna upplever en brist på konsekvent och regelbunden information om skydd och säkerhet. *“Pratar ni något om säkerhet? - Haha, Nej.”* (IP4, Operatör).

## 5.2.4 Attityd och stress

### Attityd

Oförsiktighet resulterar till exempel i risktagande och farlig belastning. Operatörerna undviker inte moment i arbetet som kan leda till förslitningsskador. En allmän uppfattning bland operatörerna är att skydd inte är viktigt och att det är jobbigt att använda flera olika skydd. Flertalet tror inte att munskydd och hjälm verkligen skyddar och det förekommer därför mycket slarv med användningen trots att det finns till hands. De operatörer som använder skyddsutrustning gör det ofta för att de måste och inte för att de själva vill. *“Och då ska man ha hjälm när de (Arbetsmiljöverket) kommer, hehe. Så då sätter alla på sig hjälmar? - Ja visst.”* (IP8, Operatör).

### Stress

Operatörer, särskilt yngre, känner sig stressade. Detta på grund av att de ibland jobbar på ackord, men också för att de har många arbetsuppgifter. - *Varför har ni ackord då tror ni? - “För att cheferna tror att det går fortare! De tror ju att man ska jobba mer. Men krossen krossar ju inte fortare för de! I slutändan hänger ändå allt på sprängaren. På salvan.”* “Ibland skulle man väl önska att de gick lite fortare. Lastmaskinen då. När det rinner på bra, å det är långt att bära, då får man stressa som en tok.” (IP6, Operatör) Stressen kan leda till slarv och risktagande.

## 5.2.5 Operatörens säkerhet

### Olyckor och skador

De reparationsmoment som förekommer är ofta tunga, men däremellan sitter operatören still i många timmar i hjullastare eller grävmaskin vilket medför långvarig och statisk belastning. Flertalet operatörer har uttryckt att de lider av förslitningsskador och det är troligtvis denna långvariga, statiska och ojämna belastning som resulterar i smärtor i axlar, nacke och rygg.

Skador sker ofta vid reparationer av bergkrossarna. Operatörer berättar att de river, skär, klämmer och bränner sig vid olika arbetsmoment. Till exempel är brutna fingrar, blåa naglar och klämskador vanligt förekommande. *“Ja, man har väl brutit tummar och fingrar, men annars är det väl inget. En gång har jag ramlat ned och fått hjärnskakning.”* (IP8, operatör).

När operatörerna rör sig på krossen med händerna fulla av verktyg, är det lätt hänt att snubbla och falla, särskilt på vintern när underlaget är halt. *“På stegar har man väl halkat när man ska bära en massa bräte. Oftast är det ju då, om man har händerna fulla så man inte kan hålla i sig.”* (IP9, operatör). När krossen behöver ses om, tar operatörerna sig ur maskinhytten för att reda ut problemet. Vägen ned från grävmaskinen som står på salvan kan vara utmanande och farlig. Många maskinister har berättat att de tidigare hoppat ned för salvan och samtidigt har förslitningsskador i benen, vilket kan ha ett samband. *“Jag har ju mina jävla knän. Jag har ont och de knakar och brakar... Nä, jag tror de e mycket av att man har hoppat i och ut maskinen genom åren...”* (IP7, operatör). Generellt klagar inte operatörerna och uppsöker inte sjukhus om de inte absolut måste.

### Skydd

De flesta arbetsgivare förser sina anställda med skydd, men ofta följs det inte upp huruvida skydden används eller ej. Nästan alla vi pratat med använder varselväst, skor med stålhätta och hörselskydd dagligen. Flertalet operatörer tycker dock att det är krångligt att använda många olika skydd. Hjälmskydd och skyddsglasögon används sällan eller inte alls av olika anledningar, men främst på grund av att det är otympligt. Hjälmen upplevs som otymplig, ovan och fånig. *“Ovant.. ja du vet ju hur det känns att ha hjälm.. det känns fånigt.”* (IP1, operatör). Ytterligare problem med hjälmen är att en del operatörer upplever att hörselskydden som ibland finns till hjälmarna inte fungerar lika bra som om endast vanliga hörselskydd hade använts. *“Jo, men har man hjälmen så tystar de ju inte som ett par vanliga hörselskydd.”* (IP6, operatör). Vissa tror inte att hjälmen ens skyddar vid olycka. *“...ramlar det ner något håller inte hjälmen ändå, det tror jag inte. ...”* (IP8, operatör). Liksom hjälm, används munskydd sällan och upplevs som ett otympligt och icke trovärdigt skydd. *“Får dra upp tröjan annars om det blir för jävligt.”* (IP4, operatör)

## Nödstopp

Alla krossar är utrustade med nödstopp men operatörerna vet inte om de faktiskt fungerar. IP2 säger: *"Egentligen skulle man väl gjort en test någon gång så att en vet att det funkar, men..."* Orsaken till detta kan vara att det endast är ett fåtal operatörer som någon gång behövt använda nödstoppen, men intervjupersonerna vittnar om att det finns tillfälle då maskinen hade behövt nödstoppas.

Tyvärr finns nödstopp inte alltid tillgängliga vilket IP2 beskriver såhär: *"Men det finns ju inga nödstopp där nere bakom"* och syftar då på de många skador som sker vid transportören.

Nödstoppen kan i vissa fall aktiveras av fallande stenar som kastas ur maskinen och träffar linstoppen och ibland aktiveras de helt utan synlig anledning. Därför finns det operatörer som inte ser någon större fördel med att dessa säkerhetsanordningar faktiskt finns. IP8 säger: *"Ja, det krånglar ju bara med nödstopp. De kan ju aktivera sig själv och då stannar allting"*. För att återställa ett nödstopp måste operatören kliva ur sin maskin och starta om maskinen på vanligt vis vilket uppfattas som jobbigt.

En olycka sker ofta mycket snabbt. Att stanna en mobil bergkross tar däremot sin tid. Just denna kombination ses av de som arbetar med mobila bergkrossar som en ganska omöjlig situation och deras tilltro till nödstopp sjunker till följd av detta. Att överhuvudtaget stanna maskinen är sällan önskvärt då alla stopp är negativt ur produktionsperspektiv. Denna åsikt delas av både de operatörer som jobbar på ackord och de med fast lön. En full kross som nödstoppas riskerar att inte orka starta igen innan stenen har lyfts ur, vilket kan ta en hel arbetsdag.

## 5.3 Övriga studier

### Arbetsmiljöstatistik

Projektgruppen samlade in arbetsmiljöstatistik över branschen. Eftersom Arbetsmiljöverket saknar EU-kod för operatörer på mobila bergkrossar saknas idag en heltäckande specifik sammanställning av de olyckor, skador och sjukdomar som faktiskt finns på denna arbetsplats. Skador, sjukdomar och olyckor som kan knytas till mobila bergkrossar finns idag utblandade med statistik för väg- och anläggningsbygge, gruvdrift, maskinförare med flera. Det finns en liten mängd specifik bergkrosstatistik som projektgruppen kunnat använda för att styrka sitt resultat.

### Kompletterande intervju

För att komplettera problemstudien kontaktades Alex Scott (2011-03-08) på Sandvik via mail. Alex Scott har mer än 41 års erfarenhet av bergmaterialbranschen. Scott har rest och arbetat med stenkrossning i Afrika, Syd- och Nordamerika, Australien, Kina och Europa. Frågor och funderingar kring skador och säkerhet vid arbetsplats mobil bergkross besvarades.

### 5.3.1 Resultat övriga studier

#### Arbetsmiljöstatistik

Statistik från Arbetsmiljöverket, sammanställd för självgående gruskrossar, innehåller ett tiotal allvarligare olyckor. Det är arbetsolyckor anmälda med minst en dags sjukfrånvaro under perioden 2004 - 2010 där den yttre faktorn varit "sjelvgående gruskross", det vill säga mobil bergkross.

Olyckorna som här nämns är:

- > Fyra frakturer i fingrar, handleder och fötter som resulterat i mer än två veckor lång frånvaro. Orsakerna är fall och förlorad kontroll över maskin.
- > Tre sårskador. Två utav dem var mindre skador på hand och i ansikte som krävde färre än fyra dagars frånvaro. Den tredje var en huvudskada med mellan fyra och fjorton dagars trolig frånvaro.
- > En registrerad olycka var såpass allvarlig att den drabbade förlorade ett ben.
- > En urlעדvridning av ett ben resulterade i frånvaro längre än fjorton dagar till följd av fall från hög höjd.
- > En hjärnskakning, som resulterade i fyra till fjorton dagars frånvaro, till följd av att den drabbade fått ett fallande föremål i huvudet.

Det finns antagligen ett större mörkertal i statistiken på grund av att olyckor ibland inte rapporteras och "sjelvgående gruskross" inte är en självklar plats att samla statistiken på. Statistiken visar dock på allvarliga olyckor.

#### Kompletterande intervju

Alex Scott bekräftar att olyckor är vanligt förekommande inom branschen. Scott menar att det de vanligaste skadorna uppstår när operatörerna halkar, snubblar eller faller. Därefter är fall från högre höjder, att träffas av fallande sten eller att bli påkörd av fordon vanligt förekommande.

Enligt Scott spelar det ingen roll hur säker utrustningen är, i slutändan handlar det om kultur och attityd. Olyckorna har sitt ursprung i slapphet och bristande utbildning. Scott menar att rätt sätt att förbättra situationen är att se till att de anställda bär sin skyddsutrustning, genom säkerhetsövningar och utbildning.

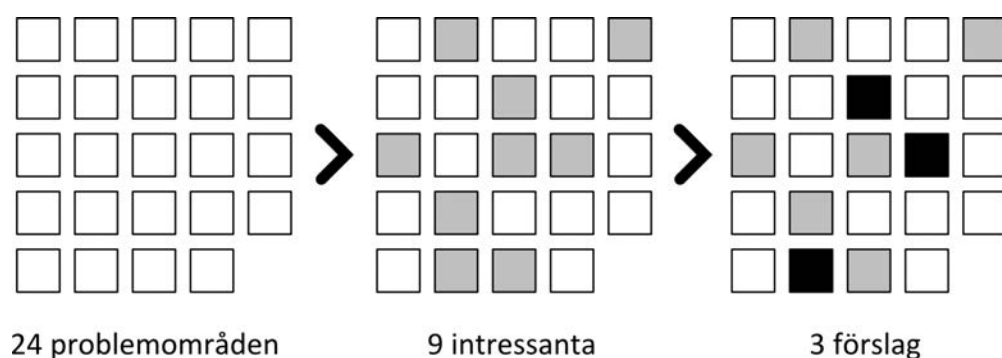
## 5.4 Val av problemområde för konceptgenerering

Efter första delen av arbetet, den del där problemstudien sammanställdes, låg två delredovisningar, inför klassen och uppdragsgivaren SBMI. Delredovisningarna hade som syfte att utvärdera problemstudien och hjälpa till vid valet av problemområde för konceptgenerering. Efter delredovisningen skulle projektgruppen gå vidare med ett eller ett par av de 24 problemområdena.



### 5.4.1 Avgränsning inför delredovisningen

För att få ut så mycket som möjligt av delredovisningen inför valet av område behövdes tydliga avgränsningar. Av de 24 problemområdena tog projektgruppen genom omfattande diskussioner bort 15 som inte passade inom kandidatprojektets ramar. Kvar var nio områden som alla var både intressanta och hade förbättringspotential. Dock, för att få mer precis kritik och därmed förenkla valet av område, valdes tre ut av de nio ut som extra intressanta med avseende på främst förbättringspotential.



Figur 5.4.1:1 - Avgränsningen av problemområdena

### 5.4.2 Delredovisning för klassen

24 problemområden skulle bantas ner till ett, och projektgruppen behövde all information den kunde få för att göra ett bra val. Innan redovisningen för uppdragsgivaren SBMI gjordes en redovisning inför klasskamrater, handledare och äldre studenter på Chalmers. Redovisningen blev något av en generalrepetition inför SBMI-redovisningen. Projektgruppen hade möjlighet att testa sin presentation, och dessutom blev frågestunden efteråt ett prov på hur stor förståelsen för krossen egentligen var.

### 5.4.3 Delredovisning för SBMI

Efter klassredovisningen omarbetades presentationen till stor del, för att passa personer som sedan tidigare visste mycket om krossar. Redovisningen för SBMI kom att lägga fokus på problemområdena, uppdelade efter problem utanför kursramarna, intressanta problem och de tre föreslagna intressanta problemen.

Projektgruppen valde själva vilka som skulle vara med vid redovisningen. Magnus Evertsson från Chalmers (ledamot i SBMIs tekniska utskott) har varit projektets kontaktperson på SBMI och var tillsammans med Pär Johnning (NCC, ordförande tekniska utskottet) och Niklas Osvaldsson (Jehander, medlem SBMI). De har alla tre varit involverade i projektet tidigare, och det sågs som en fördel. Förutom de tre representanterna för branschen och SBMI var projektgruppen där och projektets handledare, Cecilia Österman.

Samtliga problem presenterades. Först beskrevs de 15 problemområdena kortfattat, därefter redovisades de sex intressanta mer utförligt. Avslutningsvis presenterades grundligt de tre problemområdena som projektgruppen helst arbetade vidare med. Problembeskrivningen

togs emot väl på delredovisningen med SBMI, och de närvarande höll med om att det var en bra bild av alla problemen med mobila krossar.

Därefter öppnade kandidatgruppen upp för diskussion med åhörarna. Tankar och åsikter kring vilket problemområde gruppen skulle arbeta vidare med uppmuntrades, ifrågasattes och noterades. Även idéer på hur tekniska lösningar skulle kunna förbättra ett problemområde uppdagades och diskuterades livligt.

#### 5.4.4 Transportband, nödstopp och damm

De tre problem som vid delredovisningen var utvalda som extra intressanta var transportband, nödstopp och damm.

Det område som initialt var mest populärt var transportbanden. Alla tre branschrepresentanter såg transportbanden som ett extra farligt ställe där misstag lätt kunde leda till "nära döden"-olyckor. Den lösning som låg närmast var dock att kolla på lejdare, räcken och skyddsplåtar, och det var ingen lösning som tilltalade varken projektgruppen eller de andra medverkande. Eftersom tiden var så kort på grund av den omfattande problemstudien var det viktigt att välja ett område vars lösning inte låg så långt bort. Transportbanden föll därför bort från diskussionen.

En annan anledning till att intresset för transportbandslösningar minskade var att det kom upp flera intressanta idéer om nödstoppsförbättringar och dammbekämpning. Någon trodde att tekniken bakom det dämpande skum som finns på marknaden idag var relativt enkel, och ville att projektgruppen skulle undersöka möjligheten att använda lösningar som brandförsvaret eller polytekniska industrin kommit fram till. Damm ansågs "politiskt" korrekt, rätt i tiden att arbeta med. Och det är ett viktigt problem att komma till rätta med för att locka fler till branschen.

Problemet med nödstopp är att de vid första anblicken inte ser ut att ha så stor inverkan. En av de medverkande beräknade att det kunde ta upp till en minut innan det går att ens märka att förkrossen har stängts av, på grund av de stora moment som finns lagrade i svänghjul och krossplattor. Men band och konkross stannar dock snabbare, och en lösning som hade avhjälpt olyckor där kan vara värdefull trots att krossplattorna fortfarande är farliga. Det stora genomslaget fick nödstoppet när idén om ett portabelt och personligt stopp föddes. För relativt låg kostnad kunde operatören aktivt stänga av krossen så fort någonting började gå fel, även om operatören sitter i hytten eller inte är i närheten av något fast nödstopp.

*"Man skulle ju känna sig tryggare",* var en av kommentarerna.

Dessa resonemang från diskussionen med sakkunniga kom att bli ett viktigt underlag för gruppens val.

### 5.4.5 Nödstopp

För att arbetets nästa etapp skulle kunna påbörjas, alltså utvecklingen av en teknisk lösning för att förbättra ett problemområde, krävdes det att gruppen valde ett problemområde att arbeta med. Eftersom både nödstopp-, damm- och transportörproblematiken var omfattande områden valdes ett av de tre problemområdena. Kandidatgruppen diskuterade med utgångspunkten att de ämnade välja det vilket gruppen på resterande tid hade störst potential att utveckla en god teknisk lösning. Tankar, idéer och åsikter från delredovisningarna för klassen och SBMI beaktades och hölls i åtanke under dessa diskussioner.

För- och nackdelar hos respektive problemområde vägdes mot varandra, och slutligen enades gruppen om ett, nämligen nödstopp. Konsultation med handledare och de kontaktpersoner på SBMI som närvarat på delredovisningen tillstyrkte därefter valet av problemområde.

# 6 Konceptframtagning: Nödstopp

---

*Under denna inledande fas av projektets andra del, som skulle resultera i ett tekniskt lösningsförslag, fördjupade sig projektgruppen inom problemområdet nödstopp. Med hjälp av litteraturstudier samlades fakta om lagar och regler samt befintliga stopp-, larm- och nödstoppsanordningar in. Målgruppen för det konceptuella lösningsförslaget samt dess krav och behov specificerades. Projektgruppen arbetade med att utveckla, utvärdera och till sist välja ett koncept baserat på den information som samlats in och den analys som skett.*

---

Under konceptframtagningen kommer idéer och koncept för enkelhetens skull benämnas nödstopp, trots att kraven för den benämningen i vissa fall inte uppfylls. Vad slutkonceptet kommer att kallas fastställs efter att alla delar och funktioner bestämts och presenteras i avsnitt, 7. Slutresultat.

## 6.1 Bakgrund: Stopp och nödstopp på mobila bergkrossar

### 6.1.1 Lagar och förordningar för nödstopp

Nödstopp är en säkerhetskomponent och omges av regler för utformning och konstruktion. För att veta vilka begränsningar som finns och för att få bra tips på hur stoppen konstrueras säkra, studerades flera lagar och förordningar.

Reglerna var ibland svåra att få tag på och dyra att köpa, särskilt vissa ISO-standarder. Dock fanns det bra sammanfattningar av standarderna tillgängliga. Teorin om lagar och förordningar bygger till stor del på dessa sammanfattningar.

#### Maskindirektiv och standard

Maskindirektivet är ett dokument som innehåller arbetsmiljöverkets översättning av EG:s maskindirektiv. Alla maskiner som säljs på den svenska marknaden måste uppfylla maskindirektivets krav och regler. (Arbetsmiljöverket, 2008)

Maskindirektivet ställer krav på tillverkaren att identifiera och bedöma de risker som maskinen kan ha. Tillverkaren är också skyldig att utreda om maskinen vid drift kan ge upphov till några hälso- och säkerhetsrisker och om så är fallet i vilken omfattning. För att undanröja eller minska risker har maskindirektivet fastslagit en trestegsprincip för tillverkaren att jobba efter:

- > Risker i första hand ska konstrueras bort, det vill säga undanröjas eller minskas genom att säkerhet integreras redan på konstruktions- och tillverkningsstadiet.
- > För risker som inte kan undanröjas genom konstruktion ska nödvändiga skyddsåtgärder vidtas.
- > Information om kvarvarande risker ska redovisas genom skyltning eller i bruksanvisning. (Arbetsmiljöverket, 2008)

Maskindirektivet kräver att varje maskin måste vara försedd med en eller flera nödstoppsanordningar vilka ska höja operatörens säkerhet både genom att avvärja överhängande fara och fara som redan uppstått. Stoppet ska ske så snabbt som maskinen tillåter och vid stopp aldrig ge upphov till ytterligare risk. Nödstopp ska alltid vara tillgängligt men får aldrig ersätta andra säkerhetsåtgärder utan ska endast fungera som ett komplement till dessa. När ett nödstopp aktiverats ska stoppet kvarstå trots att den aktiva påverkan av manöverdonet upphört och återställning får inte starta maskinen på nytt, utan endast göra en start möjlig. Vidare ställs krav på att nödstoppssystem ska vara klart identifierbara, tydligt synliga och lättåtkomliga.

Den svenska standard som behandlar nödstoppets konstruktionsprinciper samt funktionella aspekter för nödstoppssystem heter *Maskinsäkerhet - Nödstoppssystem - Konstruktionsprinciper* och betecknas ISO 13850:2006. De viktigaste punkterna i standarden, och som inte tidigare nämnts i rapporten är:

- > Operatören ska inte behöva tänka på effekterna av ett nödstopp innan stoppet aktiveras.
- > Nödstoppet ska lätt kunna påverkas av operatören eller andra personer som kan behöva använda dem.
- > Komponenter ska väljas på ett sätt som säkerställer att de tål de driftsvillkor de utsätts för.
- > Nödstoppssystem ska ha röd färg och den närmaste bakgrunden bakom manöverdonet ska ha gul färg.

Voltimum, som är ett företag som ägs av bland annat ABB, driver internetportaler för bransch- och produktnyheter för den professionella elinstallationsmarknaden, och skriver så här på sin hemsida: *"Standards säger 'Nödstoppssystemet skall vara tillgängligt och i funktion vid alla tillfällen oberoende av användningsätt'."* Alltså bör alla möjliga sätt att hantera en arbetande bergkross finnas i åtanke då nödstopp planeras och placeras. (Voltimum, 2005).

### Ansvar

Tillverkaren ansvarar för att varje maskin som säljs på den svenska marknaden är CE-märkt. CE-märkning är ett sätt för tillverkaren att intyga att produkten överensstämmer med grundläggande hälso- och säkerhetskrav. När en ny maskin köps in är det arbetsgivarens ansvar att kontrollera att maskinen faktiskt uppfyller de definierade kraven, att den har de skydd den behöver och att den fungerar som den ska. Det är arbetsgivarens ansvar att se till att personlig skyddsutrustning används. (Arbetsmiljöverket, 2008)

### 6.1.2 Nödstopp på mobila bergkrossar

Mobila bergkrossar är utrustade med ett eller flera nödstopp, vanligtvis 4-5 stycken, oftast linstopp (bandstopp) längs med transportörens nedre del eller krossens sida samt ett anläggningsstopp på fjärrkontrollen, om krossen har en sådan för att reglera matarhastighet med mera.

Nödstopp och eventuella linstopp monteras på maskinen vid tillverkning, men kan om krossen är av äldre årsmodell vara påmonterade i efterhand. Anläggningstoppen får bara kallas nödstopp om krossen automatiskt stannar om signalen till kontrollen bryts.

Nödstoppen är placerade på strategiska platser över hela krossen, såsom vid el-/kontrollskåp, uppe på plattformen och i marknivå på båda sidor av maskinen dit operatören kan springa och slå av maskinen. Detta är platser på den mobila bergkrossen där operatören har stor anledning av att befinna sig samt delar som anses ha en förhöjd risk för olyckor. Däremot saknas nödstopp på platser där operatören enligt tillverkaren inte har någon verklig anledning att vara, såsom i absolut anslutning till mataren och högt uppe på transportörerna. Ju fler nödstopp och andra stoppanordningar ju större är tyvärr också risken för ovälkomna driftstopp orsakade av stopp som löses ut av fel anledning.

Bandstoppen är i sin tur ett problem när transportörerna ska vikas ihop eller ställas i olika vinklar och monteras därför ibland längs krossens sida istället. (Jonzon, 2011)

De befintliga nödstoppen aktiveras genom att den röda knappen trycks in. I de fall där knappen är skyddad av en genomskinlig kåpa måste denna först avlägsnas. Vid aktivering stänger nödstoppen av alla rörliga delar, det vill säga hela maskinen. För att avaktivera nödstoppen krävs det att den intryckta knappen återställs i ursprungsläge vilket i vissa fall kräver en nyckel och i andra endast att knappen vrids och dras utåt. Linstoppet aktiveras genom ett ryck i linan vilket resulterar i att det aktuella bandet samt matningen stannar.

### 6.1.3 Start och stopp av mobila bergkrossar

En mobil bergkross startas och stoppas genom knappar eller vred i ett el-/kontrollskåp. Beroende på krosstyp startas antingen delarna var för sig eller allt på en gång. Förkrossen har ofta färre delar och går snabbare att starta än efterkrossen. Båda krosstyperna tar dock så lång tid att starta, alternativt anses så pass svårstartade, att de sällan stängs av under arbetspasset. Det gäller även då operatörerna går på rast.

En operatör uppskattar att käftkrossen stannar på en halv minut om den är full av sten men det tar upp till ett par minuter om den är tom. Banden rullar en halv meter efter att de stängs av om de är tungt lastade och efter ungefär en meter om de går tomma. Detta beror dock på vilken typ av kross som används.

## 6.2 Användarstudie och uppgiftsanalys

Bakgrundsstudierna kompletterades med nya intervjuer och observationer av operatörer, där fokus låg på nödstoppsanvändningen. En hierarkisk uppgiftsanalys genomfördes på de befintliga nödstoppen som visade på hur nödstoppen idag används, vilka delmål som måste uppnås och vilka uppgifter som måste utföras.

### 6.2.1 Intervjuer och observationer

En del av operatörernas behov av nödstopp togs upp i den allmänna problemstudie som är resultatet av första delen av projektet, och finns redovisat under avsnitt 5.2 *Problemstudien*.

I denna fas av projektet kompletterades behovsstudien med hjälp av semistrukturerade

djupintervjuer med fokus på nödstoppets funktion, användarens inställning till det och användningssituationen i sin helhet. Intervjuerna var med operatörer, och ägde rum på deras arbetsplats precis som intervjuerna i projektets inledande probleminventering.

Totalt genomfördes tre intervjuer varav en var en gruppintervju. De två andra intervjuerna genomfördes i samband med att operatören visade var de befintliga fasta nödstoppen sitter och deras funktion på krossen. Intervjuerna med operatörerna kompletterades med flera telefonintervjuer med Gunnar Jonzon (2011-03-30), som är chefskonstruktör på tillverkaren P.J. Jonsson & Söner. Detta för att få en djupare inblick i nödstoppets funktion, förstå deras teknik och varför de ser ut som de gör.

Den inledande intervjustudien tillsammans med denna kompletterande studie av nödstopp ledde till följande problembild:

- > Nödstoppen testas sällan och operatören vet inte om de fungerar
- > De finns inte åtkomliga på alla de ställen operatören befinner sig på och runt krossen.
- > Krossen tar för lång tid på sig att stanna när ett nödstopp aktiverats.
- > Stoppen aktiveras ibland av misstag, bland annat av fallande sten
- > Operatörerna vet inte alltid om nödstoppen fungerar då de på vissa krossar testas väldigt sällan.

På grund av ovanstående problem finns det operatörer som inte ser någon större fördel med att dessa säkerhetsanordningar finns över huvud taget. Den fullständiga redovisningen av operatörens upplevelse av nödstoppet, med tillhörande citat, finns redovisad i sista stycket under avsnitt *5.2.5 Operatörens säkerhet - Nödstopp*.

## 6.2.2 Användare

För att bättre förstå operatörerna, för att kunna förmedla de problematiska situationerna och för att underlätta vid senare konceptutvärdering skapades en persona som beskriver en typisk operatör.

## Persona

- > Torbjörn Filipsson, 36 år
- > Bor i Arvika i Värmland med sin fru och sina två döttrar.
- > Jobbar som krossmaskinist för en mobil bergkross och har arbetat inom branschen i 16 år.
- > Han jobbar på olika vägbyggen i Göteborgsområdet.



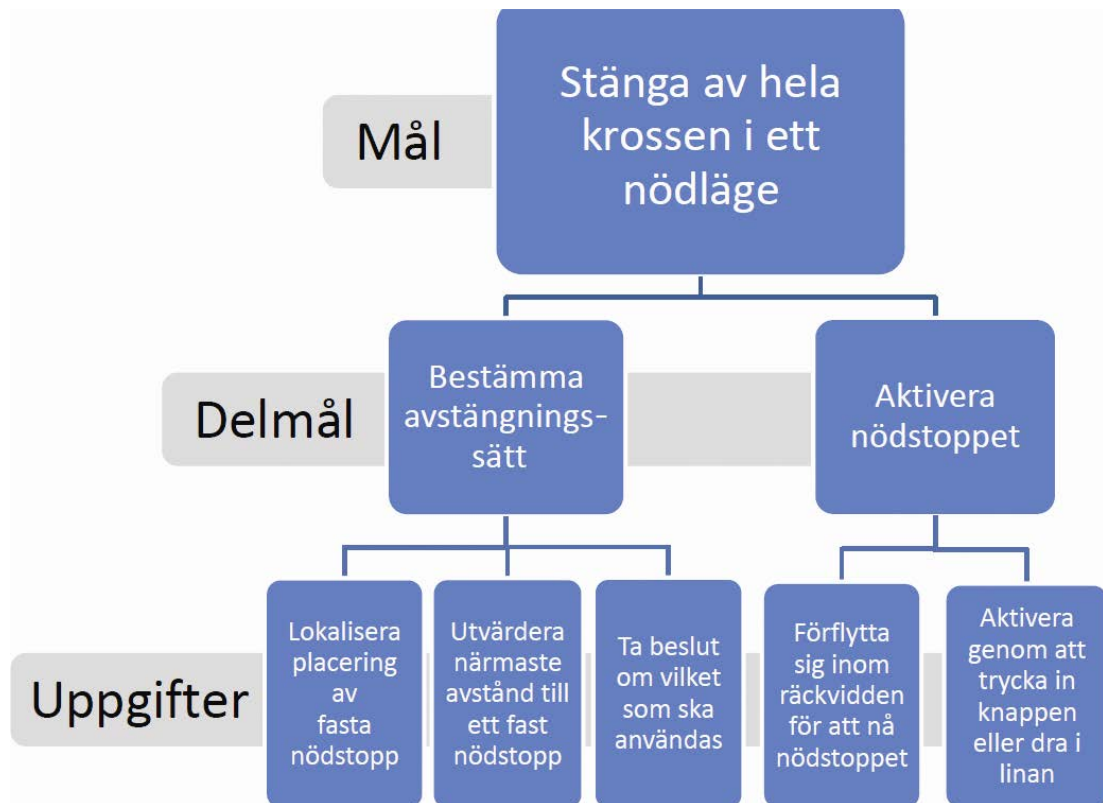
*Figur 6.2.2:1 – Torbjörn Filipsson*

- > Arbetstiderna är måndag till torsdag kl. 07.00 – 18.00. Under arbetstimmarna sitter han i sin grävmaskin och lastar sprängd sten i krossen och lyssnar på radiokanalen Bandit Rock. På rasterna brukar han prata med sina kollegor och avnjuta en kopp kaffe.
- > Hans arbetsplats varierar och därför flyttar han runt med bergkrossen och sin husvagn till de olika vägbyggena.
- > Han trivs med sitt jobb men tycker att avståndet till familjen är påfrestande.
- > På torsdagskvällarna kör han 27 mil till sin familj i Arvika.
- > Han har alltid gillat stora maskiner och tycker om att mecka med sin Chevrolet Impala Cab -59.
- > Hans nära och kära beskriver honom som en utåtriktad och lojal person med ett glatt humör.
- > Eftersom han har jobbat såpass länge med krossning vet han vad som gäller och tycker till exempel inte att det är värt att stanna krossen för att en liten sten har fastnat. Då går han hellre och spettar loss stenen medan krossen är igång.
- > Han har tröttnat på att krossen stannar på grund av att linstoppen löser ut i onödan. Därför kopplar han oftast ur dem när det är möjligt, "De gör ju ändå ingen nytta..."



### 6.2.3 Hierarkisk uppgiftsanalys - Nödstopp

Analysen med HTA visar att det finns två delmål operatören måste nå för att stänga av krossen i en nödsituation:



Figur 6.2.3:1 - HTA för befintliga nödstopp

- > Bestämna avstängningssätt - För att nå det första delmålet måste operatören utföra tre uppgifter. Detta grundar sig i det faktum att dagens bergkrossar är utrustade med flera olika fasta nödstopp med olika placeringar. Operatören måste således hitta, utvärdera och bestämma sig för vilket nödstopp som ska användas.
- > Aktivera nödstoppet - När operatören bestämt avstängningssätt måste denne utföra två uppgifter för att aktivera det. Eftersom nödstoppet inte alltid finns inom räckvidd måste operatören i detta fall förflytta sig till stoppet innan den aktiverande åtgärden kan utföras.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att de befintliga nödstoppen har brister. Det är vanskligt att operatören i en nödsituation både måste lokalisera och ta ett aktivt beslut om vilket nödstopp som ska användas. Det är inte osannolikt att det beslutet blir dåligt. Det ska också tilläggas att det är väldigt farligt att nödstoppen inte alltid finns inom räckhåll. Det kan innebära verklig livsfara.

## 6.3 Inriktning mot portabelt stopp

### 6.3.1 Specificering av krav och idégenerering

Med bakgrund i användarstudien och de lagar som fanns började en kravspecifikation ta form. Krav som lyftes fram var bland annat att nödstoppet skulle vara åtkomligt på ställen där det inte fanns nödstopp tidigare och att risken för aktivering av misstag skulle hållas så låg som möjlig.

Utifrån den teoretiska och empiriska bakgrunden sökte arbetsgruppen idéer för att komma fram till koncept som förbättrar användarnas möjlighet att stoppa krossen och i större grad lever upp till deras behov och krav. Med hjälp av brainstorming genererades många idéer som var väldigt olika och med varierande grad av rimlighet. Idéerna diskuterades sedan, för att se om några kunde kombineras, förändras eller strykas.



Figur 6.3.1:1 – Idéförslag

Den största förbättringspotentialen låg i att göra ett portabelt och personligt stopp som användarna kunde bära med sig. Det blev därför den inriktning som projektet fick.

Projektgruppen beslöt sig också för att inte binda sig vid att göra ett koncept som uppfyller alla de lagar och regler som krävs för att få benämna det ett nödstopp. Istället lades fokus på att ta fram ett koncept som skulle accepteras och användas av operatören utan att utsätta dem för större risker än med de befintliga nödstoppen. Arbetet avgränsades också från att täcka den enhet kopplad till krossen som tar emot det portabla stoppets signal och utför avstängningen. Handenheten blir trots allt den del som operatören har störst kontakt med.

### 6.3.2 Möjlig teknik portabelt stopp

När det blev aktuellt med ett portabelt stopp dök många frågor om tillgänglig teknik upp. Projektgruppen undersökte vilken befintlig teknik som kunde användas. Några lösningar hittades i helt andra branscher, bland annat en klämma från mp3-spelare som ofta används vid fysisk aktivitet och radioteknik från sjukhusmiljöer.

### Trådlösa stopp på krossar idag

Till en del krossar finns det en fjärrkontroll med ett stopp och kontroller för att ändra matarhastighet och klämma krossplattorna när de slits.



*Figur 6.3.2:1 - En befintlig fjärrkontroll med anläggningsstopp, fotograferad under besök på arbetsplats*

För att ta reda på vad för teknik som används i de kontrollerna gjordes en telefonintervju med Gunnar Jonzon (2011-05-19). Jonzon beskrev att de använder två olika typer av trådlösa radiokontroller till sina krossar. Den ena sänder hela tiden, och får därmed kallas nödstopp. På grund av den ständiga radiokontakten blir batteritiden ungefär en dag innan den behöver laddas igen. Den andra kontrollen har istället ett anläggningsstopp som innehåller en sändare som inte är i ständig kontakt med mottagarenheten på krossen. Den kontrollen föredrar de, eftersom den inte riskerar att stoppa krossen av misstag för att täckningen försvinner när operatören åker utanför täckningsområdet. Eftersom fjärrkontrollen med anläggningsstoppet har sändare men ingen mottagare finns det ingenting på kontrollen som visar om täckningen är god och signalerna går fram. För det behövs att basenheten på krossen skickar tillbaka den informationen till kontrollen.

### Teknik som används i andra branscher

Krossbranschen har mycket hårda krav på utrustningen eftersom den ska fungera utomhus i en extremt dammig och riskfylld miljö. Ändå går det att dra lärdom av teknik som används i andra branscher. Information eftersöktes på tillverkarens hemsidor om olika lösningar för bärbara stopp eller anläggningskontroller, men också på bärbara larm. Resultatet av den teknikstudien visar olika lösningar, funktioner och specifikationer, och finns utförligare beskrivet i (Se bilaga II).

Sammanfattningsvis finns det inget riktigt bra alternativ till en radiosändare. GSM-teknik, lik den i mobiltelefoner, kan användas, men det kan uppstå problem med täckningen, och det är längre fördröjning innan signalen går fram än med radio. Därför används GSM-tekniken inte i stoppanordningar.

Personliga larm använder däremot GSM-teknik, och används i många branscher. Det finns teknik som tar emot larmen och skickar vidare dem till rätt personer i rätt ordning. En variant på larm är mandown-larmet. Det larmar om bäraren antingen är stilla längre än en definierad tid, eller om bäraren hamnar i horisontalläge. Mandown-larmen är en livlina när användaren svimmar av.

Många stopp och larm är små, exempelvis har tillverkaren Ascom en kombinerad larm-, fjärrstyrning- och personsökarenhet med skärm, Ascom a71, som mäter 104 x 62 x 36 mm inklusive bältesklämman, och väger 120g inklusive ett batteri (uppladdningsbart Li-ion) som räcker i 7 dagar. (Preventica, 2008)

För att få reda på mer kontaktades Ascom (Harju, 2011), marknadsledande i Europa inom trådlös kommunikation av meddelanden, larm och telefoni för professionell användning, via telefon. Tomas Harju på Ascom förklarade att de brukade använda sig av frekvenser på UHF-bandet. Det finns band som är fria för alla att använda, men de är inte lämpliga på grund av den stora mängd störande signaler som kan förekomma. Istället bör licensierade band köpas in, band som är kontrollerade av Post- och telestyrelsen.

Priset på Ascoms avancerade modeller, exempelvis a71, är ungefär 8000 kronor per bärbar enhet. Kostnad för basenhet tillkommer.

### 6.3.3 Val av teknik för informationsöverföring

Med bakgrund i ovanstående teknikundersökning togs beslutet att låta stoppet använda radioteknik på ett licensierat Ultra High Frequency (UHF)-band. Handenheten ska ha både sändare och mottagare, för att kunna indikera om täckningen är tillräcklig och signalen går fram. Den basenhet på krossen som tar emot stoppsignalen kan skicka vidare ett larm med GSM-teknik.

## 6.4 Konzeptutveckling portabelt stopp

### 6.4.1 Kravspecifikation - Mätbara krav

Den tillgängliga tekniken, behoven, lagar och förordningar var nu så definierade att kravspecifikationen nästan fullt ut kunde bestämmas. I specifikationen tillkom även kriterier som damm- och vattentäthet, med krav enligt rimlig klass i svensk IP-klassning. I kravspecifikationen finns krav och önskemål med en tillhörande kort förklaring. Kravspecifikationen användes för att styra konceptgenereringen i rätt riktning och sedan utvärdera koncepten.

KRAVSPECIFIKTATION - bärbar enhet i personligt stoppsystem för mobil bergkross		
KRAV	K/Ö	FÖRKLARING
<b>Funktion</b>		
Medge manuell aktivering Medför avstängning av hela krossen	K	Operatören väljer aktivt om/när stoppet ska aktiveras
Indikera aktiverad Genom både ljud och ljus	K	Det ska synas och höras att stoppet aktiverats
Larma omvärld vid aktivering	K	Ökad trygghet för operatören
Indikera täckning Genom både ljud och ljus	K	Operatören upptäcker direkt när täckningen mellan hand- och basenhet är dålig och kan vidta åtgärder
Indikera batteristatus Genom både ljud och ljus	K	Operatören upptäcker direkt när batteriet behöver laddas.
Medge återuppladdning 50 % på 20 minuter, 100% på 8 timmar	K	Möjlig att kompletteringsladda på lunchrast. Möjligt att ladda fullt över natten
Vara upptäckbar i alla ljusförhållanden	Ö	Möjlig att lokalisera även i mörker, till exempel under vinterhalvåret
<b>Användning</b>		
Medge aktivering med en hand	K	Oavsett om en hand är upptagen ska aktivering kunna ske
Kunna aktiveras iklädd arbetskläder och skydd Handskar, jacka, arbetsbyxor, hjälm och hörselskydd.	K	Det portabla stoppsystemet ska kunna användas oavsett typ av arbetskläder
Inte begränsa rörelsefrihet för operatör	K	Det portabla stoppet får aldrig begränsa operatören i arbetet
Inköpskostnad Max 10 000 SEK	Ö	
Minimera oönskad aktivering Max 1 gång per år	K	Inte besvära operatören mer än nödvändigt
<b>Prestanda</b>		
Dammtätning Motsvara första IP-siffran 6 (Helt tätt)	K	Det portabla stoppet ska vara anpassat för den miljö där det används
Fukttätning	K	Det portabla stoppet ska vara anpassat för

Motsvara andra IP-siffran 5 (Stråltätt)		den miljö där det används
Stöttålighet handenhet Motsvara IK09 (10 J dvs 200g från 5 m)	K	Det portabla stoppet ska vara anpassat för den miljö där det används
Temperatur Fungera mellan -30 till +65 grader Celsius	K	Det portabla stoppet ska vara anpassat för den miljö där det används
Vibrationer Tåla vibrationer från arbete på krossen och i maskinhytt	K	Det portabla stoppet ska vara anpassat för den miljö där det används
Batterikapacitet Behöva laddas högst var tredje dag	K	Operatören ska kunna missa laddningen en natt utan allvarliga konsekvenser
Vikt handenhet Väga max 200 gram	K	Likvärdigt med en mindre digitalkamera
<b>Livslängd</b>		
Livslängd Minst 3 år vid normal användning	K	
<b>Montering</b>		
Medge montering på alla mobila krossverk Inkluderat mobila krossverk redan i bruk förutsatt att de är yngre än 10 år	K	
<b>Standarder</b>		
Standarder Uppfylla ISO 13850:2006	Ö	Den bärbara stoppenheten får inte benämnas nödstopp om standarden inte uppfylls
<b>Miljö</b>		
Medge demontering och återvinning Batterier, elektronik och skal skall kunna sorteras separat	K	Minimikravet är att nämnda delar ska kunna separeras från varandra och återvinnas

Tabell 6.4.1:1 – Kravspecifikation för bärbar enhet i personligt nödstoppssystem för mobil bergkross

### 6.4.2 Semantiska krav - icke mätbara krav

För att fånga uttrycket som produkten ska förmedla och ha det som stöd vid konceptgenereringen men även för att utvärdera de olika förslagen togs en expression association web och en expression board fram. De blev en viktig del som fick projektgruppens skisser och förslag att bli mer enhetliga.

#### Expression association web



#### Expression board



### 6.4.3 Konceptgenerering

Den påföljande konceptgenereringen var en blandning av individuellt arbete och arbete i grupp. Koncepten togs fram med hjälp av persona, expression association web och expression board. Genom personan kunde det fastställas hur en typisk användare betar sig och reagerar på arbetsplatsen. Utifrån expression board samt expression association web kunde ett uttryck för produkten tas fram.

Utifrån idéerna som kommit fram från brainstormingen, och den användar- och bakgrundstudie som genomförts (avsnitt 6.2 - 6.3), arbetade projektgruppen vidare för att utveckla idéerna till koncept. Grundläggande frågor under denna fas var huruvida stoppet skulle aktiveras genom drag eller tryck, vilken form stoppet skulle ha och var på kroppen stoppet skulle placeras. Vissa idéer ströks, andra idéer kompletterades eller kombinerades. Projektgruppen skissade mycket och diskuterade olika koncepts för- och nackdelar. Till hjälp användes CAD-program för att göra digitala 3D modeller samt papp-, trä- och skumplastmodeller vilka alla fick vara ett verktyg för att bland annat utvärdera form, placering, tyngd och storlek.

I början försvann flera av lösningsförslagen på grund av svåröverbryggade nackdelar, eller för att de inte stämde överens med det sökta uttrycket. Den första inriktningen blev att ta fram koncept med en typ av aktiveringsfunktion, det vill säga exempelvis antingen en tryckknapp eller en dragsprint, inte både och. Detta för att förenkla produkten i både konstruktion och hantering.

Efter avgränsningen till de lösningar som ansågs genomförbara fanns det tolv olika konceptuella lösningsförslag kvar. Flera av lösningarna innehöll fler varianter av lösningar men på en lägre nivå, exempelvis olika typer av knappar eller olika fästanordningar. Samtliga koncept innehöll möjlighet till funktionaliteten att manuellt stänga av hela krossen samt larma någon annan.

De tolv koncepten presenteras kortfattat här nedan:

#### Tekniskt komplicerat



*Superjacka* - Jacka med ärmarna som larmar då armen kläms.

#### Lättaktiverade reglage

Följande fyra koncept har någon typ av reglage som är lätt att komma åt och aktivera. Nackdelen är att stoppet lätt aktiveras av misstag.



*Hörselskydd* - Reglage på befintlig utrustning. Befintlig utrustning är hjälm eller hörselskydd.



*Dosa* - Sätts fast utanpå bröstfickan, i bältet eller på låret.





*Halsband med knapp* - Halsband med lättåtkomligt reglage



*Hängande* - en hängande dosa som både kan vara mer lättåtkomlig än en fast dosa och mer osäker i åtkomligheten.

### Svåraktiverade reglage

Åter fyra koncept som motsvarar koncepten ovan men med mer svåraktiverade reglage. Det kan exempelvis vara en mer skyddad knapp eller två knappar som måste tryckas in samtidigt. Med svårreglerade menas reglage som inte går att "slå" på, utan där det behövs fingerarbete eller simultana rörelser.



### Lösningar med drag



*Halsband som går att rycka i för aktivering* - Problematiskt att rycka i någonting som är runt halsen eftersom risken för kvävning ökar.



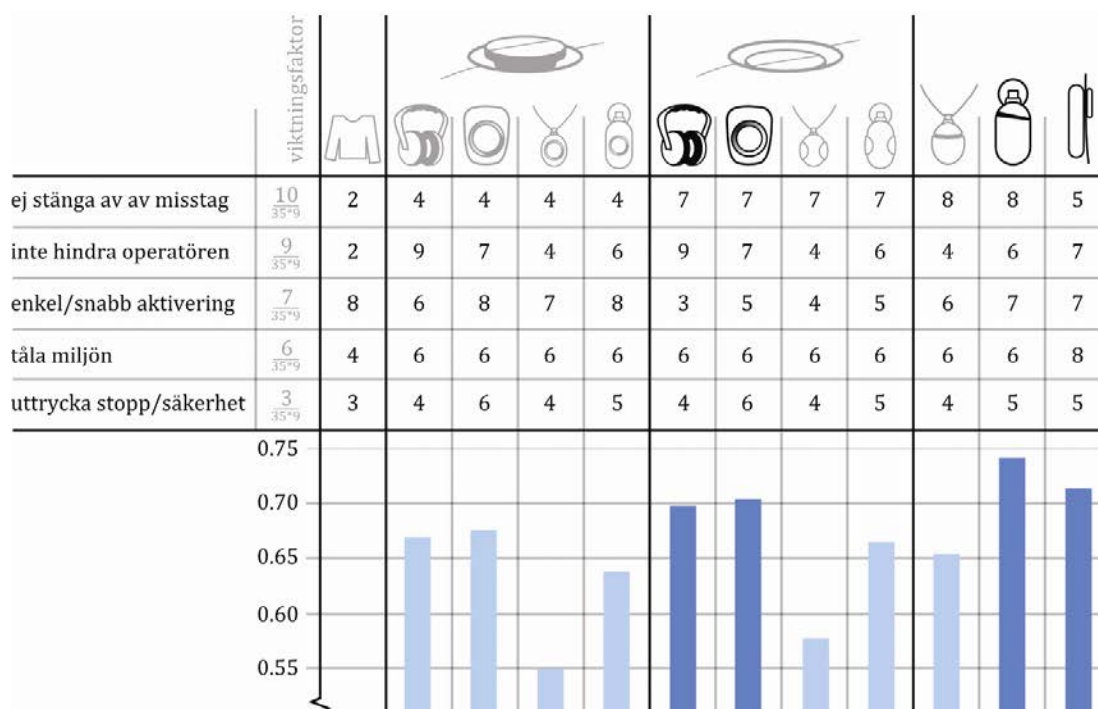
*Hängande dosa som går att rycka tag i för aktivering* - Hur mycket den kan hänga och slänga kan bestämmas utifrån användartester.



*Dosa som sitter fast med en stark magnet* - Dosan rycks loss från magneten. En fördel är att det inte är några rörliga delar, men svårt att veta om dosan kan tappas bort eller om dosan kan råka lossna av misstag.

### 6.5.4 Utvärdering av tidiga koncept

För att kunna välja ett koncept behövde de utvärderas. Utvärderingen gjordes dels mot kravspecifikationen för nödstoppet och dels mot den expression board som visar på det uttryck som produkten ska ha och det budskap den ska förmedla. Koncepten utvärderades med *Cross metod* med viktade krav. Fem krav valdes ut, varav tre ansågs vara extra viktiga, men tyvärr till viss del i konflikt med varandra. Kraven viktades (Se bilaga III) och sattes upp tillsammans med koncepten i en matris. Projektgruppen analyserade sedan resultatet för att kunna inrikta sig mot ett koncept.



Figur 6.5.4:1 - De tolv lösningarna. Staplarna visar kravuppfyllnaden, där 1 är en idealisk lösning

Resultatet från koncepten med svåraktiverade reglage jämfört med koncepten med lättaktiverade reglage skiljer sig bara i fråga om risken att råka komma åt dem av misstag och hur snabb aktiveringen är. Projektgruppen anser att hindra avstängning av misstag är ett starkare krav än kravet att aktiveringen ska gå snabbt, på grund av risken att produkten inte kommer att användas över huvud taget om den skapar problem för operatören. Detta förutsatt att aktiveringen fortfarande går snabbt, men någon tiondels sekunds snabbare aktivering får stå tillbaka för att undvika aktivering av misstag. De mer svåraktiverade reglagen kommer på grund av den prioriteringen att vara bättre än de lättaktiverade, och samtliga lösningar med lättaktiverade reglage faller bort.

Bland de fyra bästa koncepten försvinner konceptet med placering på befintlig utrustning eftersom det innehåller ett så lågt värde som en trea på kravet enkel/snabb aktivering. Anledningen till så lågt betyg är att hörselskyddet och hjälmen sitter högt upp jämfört med händernas vanliga position, och att de ibland inte används alls. Också magnetlösningen försvinner, på grund av osäkerheten i den tekniska lösningen.

Kvar är då två koncept:

- > En dosa med svåraktiverat reglage.
- > En mer eller mindre hängande dosa som rycks loss.

De två koncepten är nästan likvärdiga, men till slut valdes det koncept som var svårast att råka aktivera av misstag, vilket ansågs vara draglösningen. Projektgruppen såg högst utvecklingspotential i den tekniska draglösningen.

## 6.6 Specificering av dragkonceptet

Dragkonceptet utvecklades, både tekniskt och utseendemässigt. Övergripande frågor som skulle lösas var vilka funktioner produkten skulle ha, var och hur produkten skulle fästas på användaren, hur aktiveringen skulle gå till, hur greppet skulle bli bäst i den delen som dras ut, hur stor produkten skulle vara och vilken form den skulle ha.

Frågorna löstes parallellt och lösningarna påverkade varandra. Här nedan följer de dock uppdelade efter respektive fråga.

### 6.6.1 Funktioner

Stoppets huvudfunktion är att stoppa hela krossen. Huvudfunktionen bestämdes tidigt i utvecklingsprocessen. Projektgruppen ansåg också att stoppet skulle användas till att larma omvärlden på något sätt, eftersom det dels var en bra säkerhetsförbättring och dels kan bli en anledning till att operatörerna vill använda stoppet. Ett sätt var att sätta en separat larmknapp på stoppet, ett annat att låta alla stopp skickas som larm. Det är inga problem att krossen stoppas några gånger extra på grund av att användaren bara vill larma eftersom användaren ändå antagligen är skadad när larmet aktiveras. Däremot kan det ge onödigt mycket jobb om det skickas larm varje gång stoppet används. Den olägenheten uppvägs av fördelarna att inte ha ett extra reglage för larm, eftersom både hantering, tillverkning och hållbarhet förbättras.

Projektgruppen hade som förslag att bygga in någon typ av mandown-lösning, det vill säga en lösning som automatiskt larmar om brukaren ligger ner alltför länge eller är helt stilla. Det är en lösning som ofta används i larm för ensamarbetare där det finns risk för överfall, gasolyckor eller plötsligt sjukdomsfall. Funktionen kan bli svår att applicera på det valda konceptet eftersom operatören har väldigt omväxlande arbetsställningar, stoppet rör sig lite för mycket där det sitter för att tekniken ska fungera obehindrat och för att oönskad aktivering av larm och stopp får stora konsekvenser. På grund av de uppenbara nackdelarna samt då den manuella larmfunktionen finns som en hjälp vid ensamarbete togs beslutet att inte ha med en mandown-funktion.

### 6.6.2 Var ska produkten fästas?

Produkten skulle fästas någonstans där den var lättillgänglig, och där olyckor i stil med att operatörerna fastnar med en arm inte gör att det är omöjligt att använda larmet.

Projektgruppen testade olika placeringar på några testpersoner med hjälp av skumplastmodeller som på olika ställen. Testpersonerna skulle utföra en uppgift i olika höjd och sen dra i "stoppet" på kommando.

Det område på kroppen som kunde komma på fråga blev från halsen till låren, men inte någonstans på armarna eller händerna. Det var också viktigt att inte kläder skulle täcka stoppet, eller att en viss typ av kläder var tvungna att användas för att stoppet skulle kunna fästas.



Figurer 6.6.2:1 - Mock-ups placering



Figur 6.6.2:2 - Placeringsområde för stoppet

### 6.6.3 Hur ska produkten fästas?

Hur skulle stoppet fästas? Eftersom stoppet ska aktiveras genom drag var det viktigt att det satt stadigt och att risken inte fanns att det lossnade. Genom att undersöka andra produkter som fästs på kläderna eller kroppen så som mp3-spelare och snickarverktyg, samt genom ett par egna idéer, framställdes fyra olika förslag:

- > *Karbinhake* - Första förslaget var att fästa stoppet med en karbinhake i en av hållorna i byxorna. Förslaget var enkelt, relativt billigt och ansågs fungera med alla byxor som används. Nackdelarna är att stoppet inte passar med det sökta uttrycket. Karbinhaken i sig och det faktum att stoppet kommer slänga runt en del passar inte in med uttrycksorden från expression association web; lugn, tät, pålitlig eller stabil.
- > *Klämma* - Nästa förslag var den vanliga lösningen med en fjäderbelastad eller elastisk klämma som fästs över en kant, exempelvis i bältet eller i någon ficka. Nackdelar är att en svag klämma kan göra att stoppet lossar, och en stark kan vara svår att sätta på och ta av.
- > *Spärrklämma* - En spärrklämma fungerar på samma sätt som ett clips, men en spärr bestämmer om klämman är spänd eller inte. Liknande klämmor används bland annat till hängslen. Spärren lossas när klämman ska tas på eller av, och klämman kan därmed vara starkare. Nackdelen är att det blir fler delar.

- > *Hål i tyget* - Det sista förslaget var det som satt fast stadigast, och som inte riskerade att lossna. Ett hål skulle stansas i tyget på alla plagg som användarna vill fästa stoppet på, och sen kan stoppet fästas stadigt i genom hålet. Nackdelen är att det kräver ett extra moment i att göra hål i kläderna.

Spärrklämma valdes tack vare att sina övervägande positiva egenskaper. Hål i tyget-lösningen hade gjort det möjligt att låta operatörerna fästa stoppet var som helst på det rekommenderade området, men med en spärrklämma begränsas de möjliga ställena till fickor och byxlinning. Att kunna fästa stoppet överallt ansågs inte önskvärt, då det till exempel skulle vara farligt att ha den på ena armen om den skulle fastna i en transportör. För att förenkla användandet och minimera felplicering blev alltså rekommendationen att fästa stoppet i en byxficka med hjälp av spärrklämma.

#### 6.6.4 Aktivering

Aktivering har valts att ske genom drag. Praktiskt fungerar det så att två delar måste skiljas åt. En variant var att använda en sprint som dras ur, en annan att låta hela produkten vara uppdelad i olika delar. Lite beroende på var och hur produkten skulle fästas fanns det olika möjligheter.

Om stoppet kunde fästas så att den var fäst i jämvikt, kan skulle det sitta mycket styvare och inte svänga så mycket. Om produkten däremot behöver hängas på en klämma eller i en hake blir det naturligt lite mer rörelse på grund av att tyget inte orkar hålla emot tyngden. Att stoppet kan röra sig kan störa brukaren, men det kan också vara en hjälp när den ska greppas för att aktiveras. Det är främst rörelsen ut från kroppen som hjälper till vid aktivering.

Efter valet av spärrklämma i fickan som fästansordning blev delningen av stoppet i en dragdel och en del som satt kvar i klämman en naturlig följd. Detta då klämman behövde klämma mot den delen som sitter kvar, samtidigt som delen som skulle dras ur skulle vara tillräckligt stor för att medge ett bra grepp.

Projektgruppen bestämde att aktiveringen skulle ske genom att den undre delen drogs ut drygt 1 cm. Detta då det ansågs vara en märkbar förändring och alltså bekräftar att aktivering skett, dock sker själva aktiveringen av stoppet i samma stund som de båda delarna släpper från varandra. Värdet för motståndet i dragrörelsen sattes senare som ett krav i kravspecifikationen.

#### 6.6.5 Form

Formen och storleken handlade både om att produkten skulle ha rätt uttryck, visa på rätt sorts användning, och ge en enkel aktivering utan risk för oönskad aktivering.

Uttrycket skulle dels vara tydlig, direkt, funktionell och robust. Därför gjordes en relativt kantig form, i motsats till cylindrisk, droppformad eller annan mer organisk form. För att formen ska motverka att stoppet tas



Figur 6.6.5 :1- Mock-ups på formen

för någon annan typ av produkt, exempelvis en personsökare eller mobiltelefon gjordes den något längre. En längre produkt skiljde sig mer från andra, och var också mer inbjudande att få ett ordentligt grepp om.

Då stoppet inte skulle gå att aktivera av misstag fick det inte finnas alltför utskjutande delar eller hål som objekt kan fastna i. För greppets skull gjordes ändå en utbuktning i nederkant, men inåt mot kroppen.

### 6.6.6 Storlek med hjälp av antropometriska mått

Det portabla stoppets utformning anpassades efter antropometriska mått. Ett intervall för användningen togs fram med avseende på män, där måttet för den 5:e percentilen ger måttet för den minsta handen och måttet för den 95:e percentilen ger måttet på den största handen. Måttet för den minsta handen sätter gränsen för hur stort stoppet kan vara utan att ge dåligt grepp. Hänsyn bör också tas till att operatören kan ha handskar på sig, vilket påverkar intervallens övre gräns genom att en liten hand med handske får svårare att få grepp om ett stort objekt.

- > Handbredd för 5:e percentilen man: 9.7 cm, kvinna: 8.4 cm
- > Handbredd för 95:e percentilen man:11.4 cm, kvinna: 9.9 cm. (Pheasant, 2003)

Utifrån ovanstående mått testade projektgruppen, med försökspersoner vars handstorlek låg ungefär på gränserna, hur väl olika storlekar och former av stoppet kunde hanteras av de två extremtyperna.

### 6.6.7 Material och färg

#### Materialval

Projektgruppen utgick från att de olika materialen ska väljas med avseende på funktionalitet, uttryck, minskad användning av fossila råvaror, mindre farliga utsläpp samt återvinningsmöjligheter.

#### *Ovandel – Aluminium*

Ovandelen med spärrklämman behöver vara stark och klämman behöver vara lätt fjädrande. Den delen blir i metall.

Aluminium är den vanligaste metallen i jordskorpan och är väldigt lätt. Den har god korrosionsbeständighet samt är relativt billigt. Aluminium är väldigt energikrävande att framställa från ur sitt naturliga tillstånd men samtidigt lätt att återvinna och kräver då relativt lite energi (Smith, 2011). Dessa egenskaper gör Aluminium till ett bra material med avseende på både funktion och hållbarhet.

#### *Underdel – gummi och plast*

Slutkonceptet fick en plastunderdel med detaljer i gummi. Plast var ett naturligt val på grund av dess formbarhet, fäste för grepp, hållfasthet och vikt. Underdelen behöver tillhandahålla ett bra grepp, och där är gummi svåröverträffat. Gummi sänder också en visuell signal om att det är en greppyta.

Biobaserade plaster minskar förbrukningen av fossila råvaror och därmed växthusgaser då de framställs av förnyelsebara råvaror. Exempel på råvaror till plastframställning är stärkelse och cellulosa. Vid tillverkningen av plasten används emellertid energi och hänsyn måste tas till om den är fossil eller ej. (Plast & Kemiföretagen, 2010)

Naturgummi utvinns främst ur gummiträd och är gentemot andra syntetiska gummityper fördelaktigt tack vare sin elasticitet och slitstyrka. (Smith, 2011)

#### *Batterier*

Genom att välja uppladdningsbara batterier av Litium-jon-typ blir produkten mer ekologiskt hållbar. Denna batterityp har hög kapacitet i förhållande till sin vikt samt är fri från kvicksilver, kadmium och bly. (Gholam-Abbas et Al, 2003)

#### *Demontering*

Det portabla stoppet ska vid kassering kunna demonteras som plast, metall och elektronik.

#### **Färgval**

Projektgruppen konsulterade Märit Lagheim, industridesigner och föreläsare i färglära. Lagheim ansåg att på grund av att det är en funktionell produkt bör det inte finnas någon dekor. Alla detaljer ska vara genomtänkta och finnas på grund av en anledning, det vill säga ha en funktion. Jämförelser drogs med verktyg och här påpekade Lagheim att billigare verktyg ofta är två- eller enfärgade medan de mer exklusiva, och förhoppningsvis genomarbetade, kan ha tre eller fler färger på olika material och fortfarande uppnå ett kvalitativt och enhetligt intryck.

Ett nödstopp ska enligt svensk ISO-standard ha röd färg och den närmaste bakgrunden bakom själva manöverdonet ska ha gul färg. Även fast projektgruppen gått ifrån benämningen "nödstopp" är dessa färger bra för att ge tydliga ledtrådar till dess användning. En klar röd och gul färg i kombination är starkt relaterat till nödstopp.

För att undvika att färgkombinationen skulle ge produkten ett alltför lekfullt uttryck arbetade projektgruppen utifrån produkterna och uttrycken i expression boarden. Med hjälp av distinkta och tydliga linjer och former uppstod ett önskat uttryck.

#### **6.7.8 Social aspekter för användning och aktivering av det portabla stoppet**

Ett personligt stopp, som accepteras och används av operatörerna, kan minska konsekvensen av olyckor och ger en mer attraktiv arbetsplats med avseende på nyrekrytering.

Genom att en arbetsgrupp vid upprepade tillfällen betar sig på ett visst sätt formaras en norm för hur medarbetarna ser på risk, fara och säkerhet. Dessa värderingar lägger grunden till hur gruppen agerar i olika situationer. Samband mellan chefers engagemang för säkerhet och medarbetarens säkerhetsbeteende respektive olycksförekomst har påvisats. För att en förändring i säkerhetsengagemanget ska bli långvarig räcker det ofta inte att förändra tankesättet hos en av medarbetarna, utan det krävs att hela arbetsgruppens samt ledningens tank genomgår en förändring.

På många arbetsplatser finns en kultur där det är okej att ta risker för att hålla igång produktionen. Med en sådan attityd kan operatören tveka att använda sitt portabla stopp.

Dessa arbetsplatsrelaterade aspekter bör uppmärksammas och om nödvändigt åtgärdas för att uppnå en ökad social hållbarhet. För att undvika dessa situationer bör arbetsledningen vara noga med att belöna och uppmärksamma den som tar sig tid att handla säkert och exempelvis använder nödstoppet vid behov.

Beteendeförändringar på en arbetsplats implementeras fördelaktigt genom att en specifik händelse, situation, agerande eller process väljs ut och kartläggs. För att göra operatörerna mer positivt inställda till nödstopp och specifikt det portabla stoppet krävs väl genomtänkt design och genomarbetade funktioner. (Törner, 2010)

### 6.7.9 Ekonomiska aspekter för användningen av det portabla stoppet

Om den mobila bergkrossens nödstopp används innebär det ett avbrott i produktionen. Operatörerna undviker att stoppa produktionen på grund av att de tror att detta leder till ekonomiska förluster. De kostnader som först och främst nämns vid ett driftsstopp är produktionsbortfallet och kostnaden för ökad förslitning på krossen. Något som däremot negligeras av både arbetsgivare och arbetstagare är vad ett olycksfall kostar i förhållande till ett produktionsstopp.

De ekonomiska konsekvenserna som ett produktionsstopp resulterar i drabbar endast arbetsgivaren, och i undantagsfall också operatörerna om dessa jobbar på ackord. Skulle däremot en olycka ske för att nödstoppet inte används blir kostnaden garanterat högre än kostnaden för ett produktionsstopp. Vid en olycka drabbas inte bara arbetsgivaren ekonomiskt utan även operatören och skattebetalarna. Arbetsgivaren får minskade intäkter genom produktionsbortfall samt rehabiliteringskostnader, operatörens sjukersättning är lägre än den ursprungliga lönen, och skattebetalarna bekostar indirekt vården.

Om operatören ges större möjlighet att stoppa den mobila bergkrossen i nödsituationer torde detta bidra till en minskad olycksfrekvens. Ett välfungerande nödstopp som operatören har förtroende för och har för avsikt att använda gör inte bara dennes vardag säkrare, utan det minskar även kostnaderna för operatörerna, företaget och skattebetalarna.

### 6.7.8 Tillägg till kravspecifikation

Till den tidigare presenterade kravspecifikation tillkom det ytterligare krav då konceptet specificerades. Den reviderade kravspecifikationen finns i sin helhet i bilaga IV. De tillkomna kraven var:

KR AVSPECIFIKATION - Tillägg		
Motstånd vid aktivering Maximalt 18 N	K	Likvärdigt med att lossna en kork från en överstrykningspenna
Motstånd vid återställning Maximalt 18 N	K	Likvärdigt med att fästa en kork på en överstrykningspenna
Medge god greppmöjlighet Anpassas för 5:e och 95:e percentilens handbredd man och kvinna med hänsyn till	K	Stoppets storlek ska möjliggöra god greppbarhet av både handskbeklädd stor och liten hand

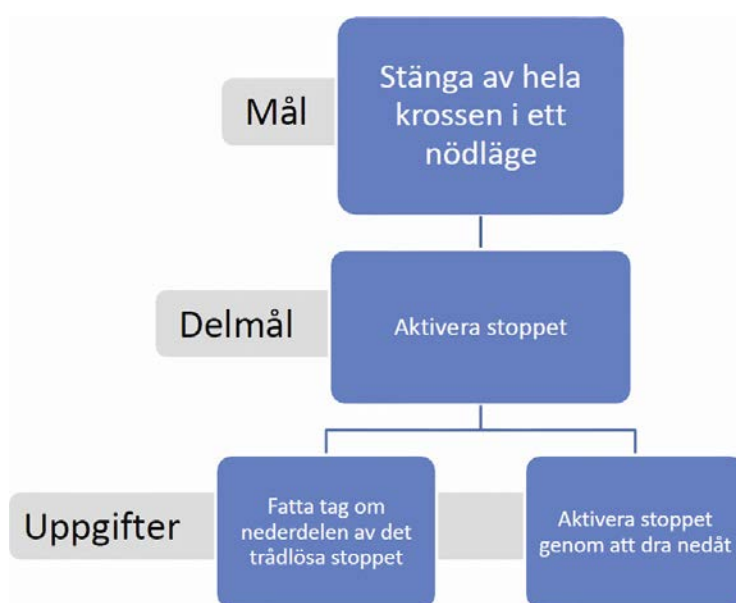


användning av arbetshandskar.		
Medge snabb fästning på byxa Max 10 sekunder	K	Inte besvära operatören mer än nödvändigt
Medge snabb avtagning från byxa Max 10 sekunder	K	Inte besvära operatören mer än nödvändigt

Tabell 6.7.8:1 – Tillägg till kravspecifikationen

## 6.8 Utvärdering av personligt och portabelt stopp med dragaktivering

### 6.8.1 Hierarkisk uppgiftsanlys – Dragkonceptet



Figur 6.8.1:1 – HTA för koncept

Genom att jämföra HTA för existerande stopp och konceptet visas att användningen har blivit betydligt enklare. Analysen av konceptet visar att det endast finns ett delmål, istället för två, som operatören måste nå för att stänga av krossen i en nödsituation. Då det portabla stoppet medför att operatören inte behöver ta beslut om vilket avstängningsätt som är lämpligast elimineras alltså delmål två som de befintliga stoppen hade; “bestämma avstängningsätt”, se avsnitt 6.2.3.

Det enda delmålet för konceptet, aktiveringen av stoppet, kräver nu lika många handlingar som det gjorde på de befintliga stoppen. Dock har dessa bytts ut. Tidigare behövde operatören ta sig till nödstoppet och sedan trycka in knappen eller dra i linan. Med det portabla stoppet blir de två uppgifterna att först fatta tag om nederdelen och sedan dra.

I de flesta omständigheter är konceptet lättare att aktivera än de befintliga stoppen. HTA för konceptet visar tydligt att i alla situationer där operatören inte direkt befinner sig inom räckhåll för ett fast nödstopp kommer konceptet utföra uppgiften att stanna krossen effektivare.

## 6.8.2 Predictive Human Error Analysis

För att jämföra slutkonceptet och de befintliga stoppen utfördes en PHEA. På grund av hur produkten, det vill säga nödstoppet och det portabla stoppet, ser ut var PHEAn i viss mån tvungen att anpassas.

		Existerande nödstopp
		Båda
		Konceptuellt stopp
Problem	Orsak	Möjlig återhämtning
Hittar inte nödstoppen direkt	Är på en plats där inga nödstopp är synliga	Förflyttar sig runt krossen för att finna ett nödstopp
	Är ny på krossen och vet inte var de är placerade	
	Är för stressad för att uppfatta de nödstopp som är synliga	
Kommer inte åt nödstoppet	Sitter fast och kan inte ta sig loss	Kontaktar eller inväntar någon annan
	Har ramlat och kan inte resa sig	
Aktiverar stoppet men krossen stannar inte	Nödstoppet har tidigare kopplats ur	Söker upp ett annat nödstopp och testar det
	Mekaniskt eller elektriskt fel	Kontaktar eller inväntar någon annan
	Otillräcklig täckning	Förflyttar stoppet något eller förflyttar sig närmare basenheten på krossen
	Urladdat batteri	Kontaktar eller inväntar någon annan

Figur 6.8.2:1 – Anpassad Predictive human error analysis

Den anpassade PHEAn visar att potentiella problem med det konceptuella stoppet är färre än med de befintliga. Två allvariga problem, att operatören inte hittar eller kommer åt nödstoppet, elimineras med det portabla stoppet. Detta är väldigt positiv eftersom den möjliga återhämtningen för dessa problem är långt ifrån möjlig i alla situationer.

Det finns emellertid två faktorer, batteri och täckning, som kan vara kritiska för det portabla stoppets funktion. Konsekvensen utav att antingen batteriets laddning eller täckningen är för låg är i en nödsituation oerhört allvarlig. Det är inte säkert att operatören i en krissituation kan vidta åtgärder eller ens identifiera vad felet med stoppet är. För att undvika problemet med batteriet krävs det att det inte blir urladdat för fort samt att operatörerna varje kväll placerar nödstoppet i laddningsdockan. Ljus- och ljudsignaler påminner operatören om detta. Det är viktigt att tekniken tillgodoser en tillräckligt god täckning oavsett var runt krossen operatören befinner sig för att problemet med täckningen ska undvikas.

### 6.8.2 Scenario

För att utvärdera konceptet kan scenarier användas för att exemplifiera olika situationer. Då kan konceptets inverkan på situationen jämföras med ett scenario utan konceptet.

#### Scenario 1

Det är den 13 december, 7 minusgrader och snart lunchrast. Torbjörns kollega som kör hjullastaren har redan gått på lunch. Torbjörn vill få krossat lite extra nu så att de kan ta det lugnare på eftermiddagen. Ifrån sin maskinhytt ser han vid transportbandets ändrulle att bandet börjar slira. Han hoppar ut ur och ner ifrån sin grävmaskin och tar på sig hörselskydden medan han snabbt klättrar nerför salvan fram till ändrullen. Medan bandet rullar böjer sig Torbjörn fram för att undersöka bandet underifrån, och då snubblar han till och fastnar med höger jackärm i bandet. Torbjörn får panik när jackan börjar dras in. Med vänster hand sträcker han sig efter linstoppet och drar till. Några sekunder senare stannar bandet. Torbjörns arm har klämts fast rejält, och komradion hänger kvar i jackan i grävmaskinen...

#### *Dagens händelseförlopp*

Torbjörns kollega börjar ana något halvvägs igenom lunchen, tar sig från lunchbaracken och hittar honom efter 20 minuter, svårt nedkyld.

#### *Önskat händelseförlopp*

Torbjörn aktiverar sitt personliga stopp, som bland annat larmar alla andra enheter. Kollegorna i lunchbaracken får larm om att något är fel, springer till krossen och hittar Torbjörn efter 3 minuter.

#### Scenario 2

Sent en arbetsdag mitt i sommaren har Torbjörn lastat den sista stenen i krossen. Inifrån maskinhytten ser han att det börjat bildas en reva i transportbandet. Han gör bedömningen att en stor del av bandet går att rädda om den stängs av direkt, och vill därför stänga av krossen så fort som möjligt. Han reagerar snabbt ...

#### *Dagens händelseförlopp*

Maskinen står högt uppe på salvan, så han skyndar sig ut ur maskinhytten, över salvan, och når till sist snubblades fram till krossen. Väl där ser han att det är redan för sent, att det hunnit bildats en rejäl reva. Han går fram till kontrollskåpet och stänger av därifrån, då det inte längre spelar någon roll hur fort det går.

### *Önskat händelseförlopp*

Då han står med maskinen högt uppe på salvan väljer han att stänga av krossen med sitt personliga stopp. Torbjörn tar sig därefter ur hytten och ner till krossen för att inspektera revan. Han svarar i sin komradio när arbetsledningen ringer för att undersöka larmet som de fick när stoppet löstes ut. Han svarar glatt att han har läget under kontroll.

### **Sammanfattning**

Det är tydligt att för vissa situationer är det portabla stoppet en stor tillgång som hindrar en del olyckor och hjälper till att minska effekterna av andra. Stoppet kan fungera dels som ett komplement till befintliga stopp som i scenario 1 och dels ersätta dem helt i vissa situationer som i scenario 2.

## **6.9 Slutpresentation och spridning av resultat**

Under hela arbetets gång har projektet dokumenterats. I slutet av projektet har resultat och vägen dit presenterats i den här rapporten och i en presentation inför representanter från SBMI, andra studenter, handledare med flera. Till presentationen och rapporten har problemstudien och det slutliga konceptet redovisats med skisser och datorrenderingar.

Projektgruppen har också varit med i ett reportage i branschtidningen Stenkoll, resultatet från delredovisningen har nämnts på SBMIs branschdagarna och SBMI lät spela in en film där projektgruppen presenterade några av de funna problemen till bilder från arbetsplatsen. Filmen visades på branschdagarna.

# 7 Slutresultat: Portabelt stopp

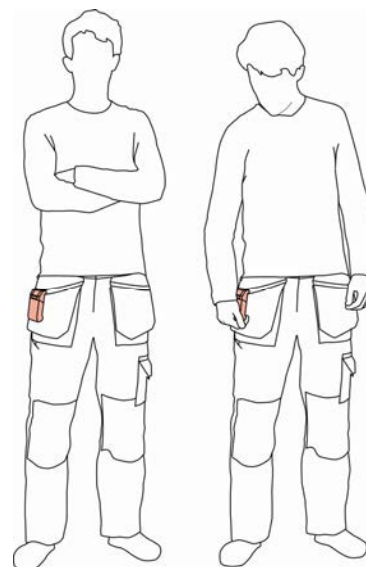
*Lösningen, av problemområde nödstopp, är ett visionärt förslag på ett portabelt stopp. Slutkonceptet har en schematisk konstruktion och en form och ett utseende som har tagits fram med utgångspunkt i kravspecifikationen, användarstudien och projektets expression association web och expression board. Förutom att beskriva utseendet och de ingående delarna innehåller slutresultatet en beskrivning av hanteringen.*

## 7.1 Funktion

Konceptet är ett personligt stopp som operatören bär med sig fäst vid byxfickan. Stoppets huvudfunktion är att stoppa den mobila bergkrossen. När stoppfunktionen aktiveras stängs hela krossen av, precis som för de nödstopp som sedan tidigare sitter monterade på krossen. Det portabla stoppet är sammanlänkat med en basenhet på krossen genom radio. Om signalen däremellan bryts, exempelvis på grund av att operatören kommer för långt bort från krossen, kommer inte stoppet att fungera tills kontakten återuppstått. Det innebär att stoppet inte får benämnas nödstopp, eftersom ett sådan, enligt svenska lagar och förordningar, måste stänga av maskinen om kontakten till stoppet bryts.

På stoppet finns ytterligare en viktig funktion vid aktivering, förutom att stänga av krossen. När stoppet aktiveras ska ett larm skickas till någon annan person. På grund av att det förekommer ensamarbete är det viktigt att kunna påkalla uppmärksamhet. Larmet som skickas kan kvitteras från basenheten när fara inte längre förekommer. Vart larmet ska gå beror lite på hur den enskilda arbetsplatsen ser ut. Larmet borde gå till någon sorts arbetsledning men även vara säkrat på så sätt att larmet går till S.O.S, eller någon form av, till arbetsplatsen anknutet, vaktbolag. Detta utifall att arbetsledningen inte svarar. Det är också möjligt att larmet går till alla anslutna enheter, så att arbetskollaborer på plats direkt kan få en uppfattning om vad som står på.

Funktionen att kunna stänga av krossen, även om operatören inte befinner sig i omedelbar närhet till ett av de fasta nödstoppen, kombinerat med möjligheten att samtidigt kunna larma omvärlden gör det portabla stoppet till ett bra komplement till de fasta nödstoppen.



Figur 7.1:1 - Placering och aktivering av stoppet

## 7.2 Konstruktion och form

### 7.2.1 Form

Stoppet har en långsmal form för att ge bra greppmöjligheter. Ytorna är utan utstickande kanter, vilket hindrar stoppet från att aktiveras av misstag.

Dimensionerna på underdelen är anpassade efter handens storlek för att ge så bra grepp som möjligt. Höjden på hela stoppet är 11cm, bredden är 4,5 cm och djupet 3cm över greppbulan i nederkant och klämman på överdelen.

Utifrån jämförelser med befintliga produkter uppskattas vikten till att ligga inom intervallet 120 - 150 gram.



*Figur 7.2.1:1- Konceptet resulterade i ett stopp som aktiveras genom drag*



*Figur 7.2.1:2- Stoppets olika vyer*



Figur 7.2.1:3- Stoppet utdraget

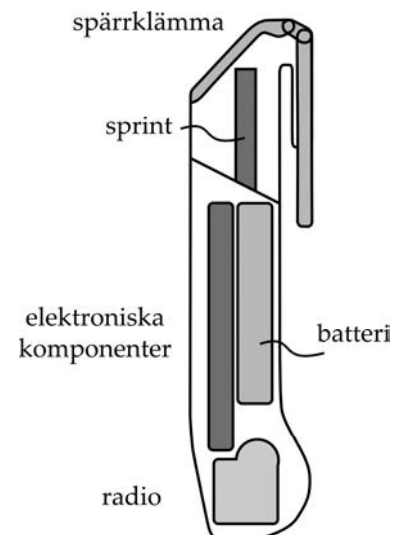
### 7.2.2 Uttryck

Den långsmala formen gör att stoppets uttryck skiljer sig från uttrycket för exempelvis personsökare och mobiltelefoner. Också färgen hjälper till att särskilja produkten. Färgsättning och de enskilda delarnas form och sammansättning har ett uttryck av bland annat funktionalitet och säkerhet.

Genom att placera produkten i den tidigare skapade expression board (se bilaga V) verifieras att produktens uttryck stämmer väl överens med det eftersökta.

### 7.2.3 Ingående delar

Stoppet består av många olika delar, både elektronik och mekanik. För att förenkla tillverkningen och skyddet mot damm och fukt är alla rörliga mekaniska delar samlade i överdelen av stoppet, och elektroniken är in kapslad i underdelen. De rörliga delarna är framför allt sprinten som håller ihop överdelen och underdelen och klämman som fäster stoppet vid kläderna. På underdelens framsida finns täckningsindikatorn.



Figur 7.2.3:1- Översiktlig skiss över de ingående delarna

## 7.2.4 Materialval

Som en följd av klämmans tekniska krav på materialet och kravet med begränsning av vikten är klämman tillverkad i aluminium. Att aluminiumet får vara som det är, exempelvis utan färg, tillför dessutom något till känslan att stoppet är av god kvalitet. Resten av skalet är av matt formgjuten hårdplast. Komponenterna under skalet har projektgruppen valt att inte fastställa material för.

## 7.2.5 Laddning

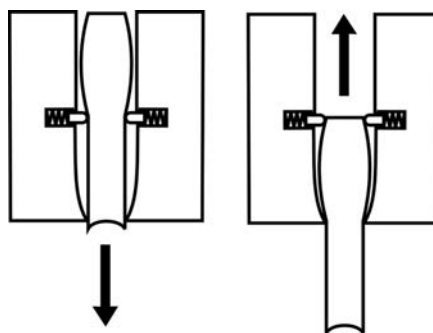
Konceptet har ett uppladdningsbart induktionsbatteri av typen litium-jon, vilket medför att dess hölje blir helt tätt. Den el som behövs för uppladdning finns i en basenhet på krossen och det är där det portabla stoppet ska förvaras och laddas, förslagsvis varje natt. Det tar åtta timmar att ladda batteriet fullt, men det går även att snabbbladda batteriet på en lunchrast så att det åtminstone räcker ytterligare en dag. Ett fulladdat batteri håller i 48 timmar. När batteristatusen tillåts att sjunka så lågt att mindre än åtta timmars användning återstår kommer dessutom en ljudsignal att varna användaren varje timma och uppmärksamma operatören på den låga batteristatusen. När batteriet endast har en timma kvar till urladdning kommer ljudsignalen med ett kortare intervall.

## 7.2.7 Täckning

Stoppet använder radioteknik på ett licensierat UHF-band. Vid obefintlig täckning blinkar dioden för täckning gul. Vid täckning lyser lampan konstant grön.

## 7.2.8 Sprint

Sprinten är den del som förbinder överdel och underdel. Eftersom delarna inte ska lossna helt utan bara skjutas ifrån varandra 13mm ser sprinten till att delarna hålls på rätt plats. Sprinten är fjäderbelastad från sidorna, vilket ger rätt motstånd både vid aktivering och vid återställning.



Figur 7.2.8:1 - Schematisk bild på sprinten, sedd framifrån.

*Pilarna visar möjlig dragriktning.*

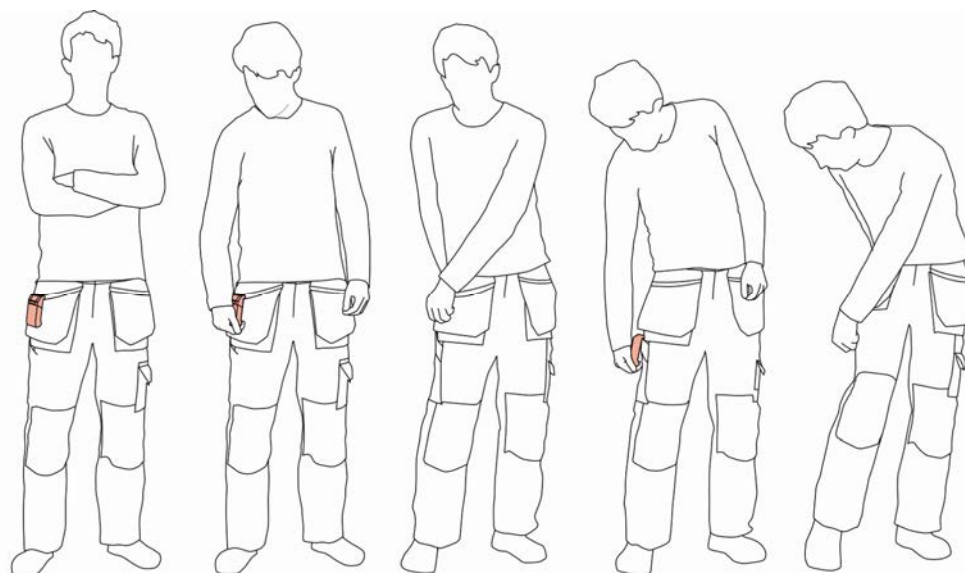
*På bilden till höger är stoppet aktiverat.*



## 7.3 Hantering

### 7.3.1 Placering

Stoppet sätts fast i byxfickan med hjälp av den inbyggda klämman. Stoppet ska fästas i den ficka som sitter ytterst. Om operatören använder en lång jacka som täcker fickorna finns det ibland fickor lite längre ned på byxorna. Som sista utväg kan stoppet fästas i någon jackficka, men det rekommenderas inte på grund av risken att jackan glöms kvar i lastmaskinen.



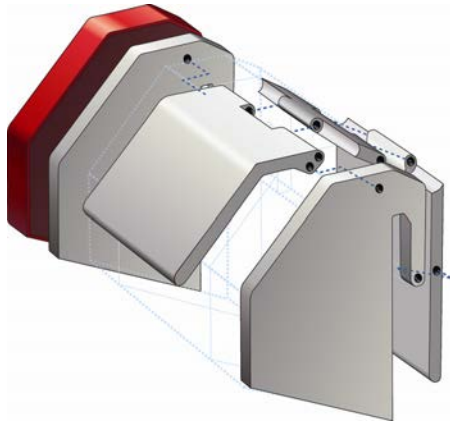
Figur 7.3.1:1 - Placering i högt eller lågt placerade byxfickor, aktiverade med höger och vänster hand

### 7.3.2 Montering

På stoppet finns en så kallad spärrklämman som med en spärr kan lossa klämman när stoppet ska monteras på eller av. Spärrklämman liknar klämmorna på hängslen, men anpassad för att fungera i stort format.

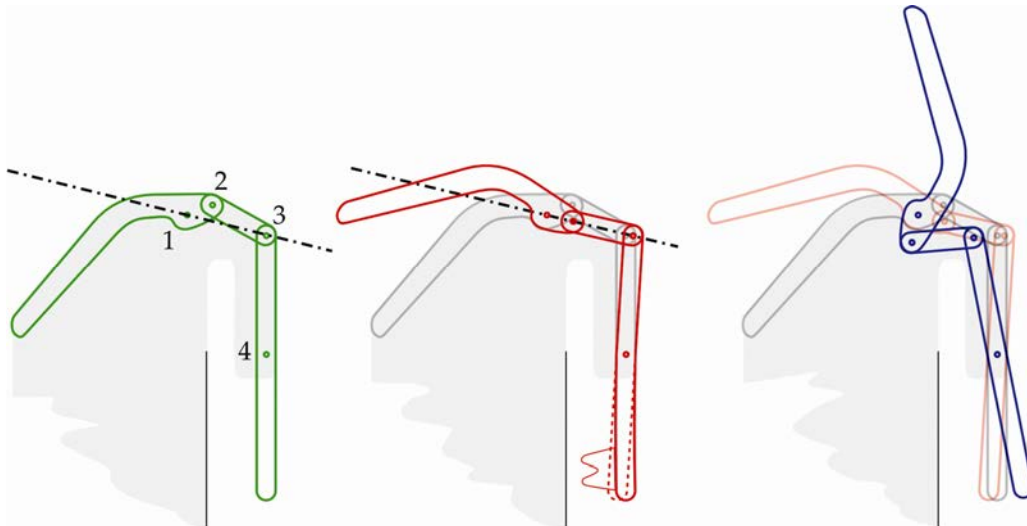


Figur 7.3.2:1 - Klämman



Figur 7.3.2:2 - Klämmans delar

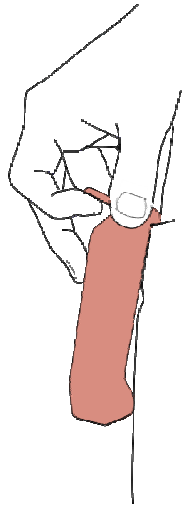
I figur 7.3.2:3 nedan beskrivs hur klämmans delar rör sig i förhållande till varandra. I bilden längst till vänster är klämman fastgjord. De fyra lederna som delarna är hopkopplade med är numrerade med siffror 1-4. Led 1 och 4 är fästa i överdelen på stoppet, medan led 2 och 3 binder samman delarna i klämman.



Figur 7.3.2:3 - Så här ändras delarnas läge vid montering av klämman.

Kraften som vill lossa klämman kommer att vara riktad från punkt 3 mot punkt 2. Så länge kraftriktningen är över den punktstreckade linjen kommer kraften att tas upp av spärren och klämman kan inte lossna.

Vid avmontering vinklas spärren upp. Mittbilden visar hur kraften mot tyget ökar. Klämman blir tvungen att fjädra mer och mer. När punkt 2 kommit över linjen, som i bilden till höger, minskar kraften snabbt igen och klämman kan lossas.



*Figur 7.3.2:4 – Spärren som låser klämman kan öppnas med en hand.*

### **7.3.3 Aktivering**

Vid en nödsituation aktiveras stoppet genom att operatören drar i den undre delen. Då stoppet aktiverats skickas stoppsignalen till basenheten på krossen samtidigt som det portabla stoppet med ljud indikerar att det har blivit aktiverat. För att återställa stoppet får underdelen tryckas tillbaka till sitt ursprungsläge. Dock måste operatören gå till kontrollpanelen för att starta om krossen.

## **7.4 Basenheten**

Till det personliga stoppet hör en basenhet som är monterad på krossen. Den fungerar som mottagare av radiosignalerna, och är också den del som skickar vidare larmen till omvärlden med GSM/GPRS. På basenheten finns en laddningsdocka med plats för två portabla stopp. Laddningsdockan lagrar energi under dagen som den under natten använder för att ladda handenheterna. På basenheten finns också en knapp för kvittering av larm, som används för att meddela den som tagit emot larmet att faran är över.

# 8 Diskussion

---

*Kandidatarbetet har bestått av två etapper, dels en problemstudie och dels konceptframtagning av ett personligt stopp. Denna uppdelning har sin grund i de två huvudsakliga målen arbetet skulle uppfylla. Det första var att identifiera och sammanställa en problembild över arbetsplatsen kring en mobil bergkross med fokus på operatörerna. Det andra målet var att ta fram ett konceptuellt lösningsförslag som skulle tillgodose användarens behov och krav för det valda problemområdet, nödstopp. I detta avsnitt kommer problemstudien och konceptframtagningen diskuteras var och en för sig.*

---

## 8.1 Problemstudie

Projektgruppen har, enligt första målet med projektet, sammanställt en problembild, som är redovisad under avsnitt 5.2. Resultatet av problemstudien har påverkats av olika omständigheter, bland annat avgränsningar, metodval och genomförande. Utifrån detta kan det diskuteras hur tillförlitligt resultatet är och i vilken grad andra val hade påverkat resultatet.

### 8.1.1 Avgränsningar

Projektets avgränsningar togs med hänsyn till den tid som fanns till förfogande för de olika etapperna. Operatörernas arbetsplats är både på krossen och området runt omkring, samt i den gräv-/lastmaskin de använder. För att komma djupare i förståelsen av problemen på den mobila bergkrossen beslutades det att avgränsa projektet från gräv-/lastmaskinen. Avgränsningen kan ha haft inverkan på resultatet då en stor del av operatörens arbetstid spenderas i dessa maskiner. Vissa aspekter kan ha fallit bort, som exempelvis möjlighet till förebyggande information och aktiviteter som hade kunnat utföras redan i hytten. Samtidigt har detta bidragit till en bredare kartläggning av problemområdena som är i direkt anslutning till krossen.

### 8.1.2 Problemstudiens bredd och djup

De intervjuer och observationer som genomfördes var omfattande. Trots detta finns det möjlighet till ytterligare undersökning. Nya problem har under hela projektets gång uppdragats, de vanligaste och kanske viktigaste problemen har identifierats tack vare intervjuerna. För att få en bredare problembild behövs ytterligare intervjuer, observationer och analyser. Dessutom kan intervjuer under andra årstider och väderförhållanden ge annorlunda svar, då vissa problem uppkommer så sällan att de kan glömmas bort.

Med mer tid till förfogande hade projektgruppen försökt undersöka mer bakomliggande orsaker till många problem, och hur branschen påverkar arbetsplatsen. Detta hade även inneburit en möjlighet att undersöka och redovisa de problem som är kopplade till gräv-/lastmaskinshytten.

### 8.1.3 Genomförandet och metodvalets inverkan

Det som ligger till grund för problemstudien är datainsamlingen, som främst har bestått utav intervjuer och observationer, följt av en analys. Genomförandet har en stor inverkan på slutresultatet och insamlad data påverkas av många faktorer. Eftersom studien är kvalitativ blir analysen ofrånkomligen utförd med viss subjektivitet. Projektgruppens vetskap om detta har dock medfört att analysen är utförd med detta i åtanke för att minimera subjektiviteten.

#### Urval

Urvalet av intervjupersoner har en god spridning, med avseende på arbetsplats, ålder och erfarenhet, och är därmed representativt för branschen. Detta har inverkat positivt på validiteten. De som intervjuats har alla arbetat i Göteborgsområdet men trots denna brist i geografisk spridning anser projektgruppen, trots Sveriges varierande klimat, att resultatet kan ses som generellt för hela landet. Detta på grund av att det råder liknande förhållanden över hela landet för arbetsplatsen runt en mobil bergkross. Självfallet hade dock en högre geografisk generaliserbarhet uppnåtts om urvalet hade varit spritt över hela Sverige.

Det relativt höga antalet intervjupersoner har minskat risken för otillförlitlig data, då data som analyserats har kunnat bli bekräftad från flera håll. Samtidigt är det svårt att säga hur resultatet hade förändrats med fler intervjupersoner, och hur detta hade påverkat reliabiliteten.

#### Intervjuledarnas roll

Intervjuledarnas tillvägagångssätt och erfarenhet har varierat och därför påverkat varje enskild intervju karaktär. Eftersom intervjuledarna inte är professionella kan det tänkas att både reliabiliteten och validiteten påverkats negativt. Dock har projektgruppen en viss erfarenhet av intervjuer och det faktum att intervjuerna har gett likartade resultat, trots variation av intervjuledare, tyder på en hög reliabilitet och validitet. Det ska också nämnas att det faktum att intervjuerna inte visste mycket om branschen i studiens inledning medför att intervjupersoner i studiens tidigare intervjuer bemöttes annorlunda än dem i senare intervjuer när projektgruppen tillskansat sig mer kunskap och självförtroende.

Det har varit nödvändigt att intervjufrågorna till viss mån varit ledande för att ge intervjuerna en riktning, men samtidigt kan det ifrågasätta tillförlitligheten i svaren. Dock har projektgruppens medvetenhet om detta troligtvis hjälpt till att motverka den negativa inverkan på reliabiliteten.

#### Intervjusituation

Förhållandena som råder under intervjusituationen har en stor inverkan på datan. Intervjuerna har ägt rum på operatörernas arbetsplats, vilket har påverkat resultatet. Det har gjort intervjupersonerna tryggare i situationen samtidigt som det ofta har funnits omgivande faktorer som projektgruppen inte kunnat kontrollera. Till exempel har det under några intervjuer suttit kollegor i närheten, och några intervjuer har skett i grupp. Det kan spekuleras huruvida detta påverkat operatörerna på så vis att de till exempel inte vågat säga vad de faktiskt tycker, eller om det skapat givande diskussioner och nya infallsvinklar. Projektgruppen tror ändå att den stora mängd intervjuer som utförts motverkat eventuella fel eller oriktigheter som kommit utav det här.

## Observationer

Främst har observationerna setts som en metod för att validera det som kommit fram under intervjuerna och de har därmed ökat giltigheten i resultatet. Detta medför att resultatet blir mer valitt och bättre stämmer överens med verkligheten. Det som sagts har kunnat kontrolleras och tolkas gentemot vad som observerats. Troligtvis hade fler observationer kunnat förbättra och styrka validiteten i resultatet för problembilden ytterligare.

## Statistik

Den statistik som projektgruppen erhållit från Arbetsmiljöverket har varit bristfällig. Det finns ingen helt tillförlitlig bild över hur många och vilka olyckor som drabbar just mobila bergkrossoperatörer. De olyckor som trots detta faktiskt finns registrerade och presenterades i rapporten är allvarliga och frekventa nog för att bekräfta att branschen lider av säkerhetsproblem.

## Analys

Transkriberingen av datan från intervjuerna minskar subjektiviteten och har därmed en positiv effekt på reliabiliteten och validiteten. Den innebär också en granskning av hur intervjuerna genomförts och ökar intervjudarnas skicklighet.

Analysen av den insamlade datan påverkas ofrånkomligt av en viss subjektivitet, men kan trots detta, om den genomförs väl, ge ett valitt resultat. KJ-analysen som användes för att gruppera citaten är en tidseffektiv metod, lämplig för dessa stora mängder data och medför att citat och information inte glöms bort eller negligeras. Emellertid kan projektgruppens omtolkning av citaten till texten om de olika problemområdena ha färgat resultatet. Antagligen är det positivt att projektgruppen inte har några tidigare erfarenheter eller en större uppfattning om branschen, medan det å andra sidan kan vara negativt att alla har samma utbildning och ett gemensamt förhållande till studien. Det som kan sägas är att analysen av datan skedde utifrån projektgruppens kunskaper i ämnet och dess kompetens i analys och tolkning. Här har gruppens vetskap om risken för subjektivitet, användande av KJ-analys och tidigare erfarenheter av liknande analyser bidragit till att öka validiteten.

## Problembildens validitet och generaliserbarhet

Sammanfattningsvis är projektgruppens åsikt att problembilden är såpass valid och generaliserbar att studien kan användas som diskussionsunderlag för branschen. Denna åsikt styrks av att studien blivit bekräftad från personer med inblick i och erfarenhet från branschen. Detta skedde exempelvis på *delredovisningen*. Det ska ändå tilläggas att ytterligare datainsamling och analys självfallet både hade kunnat utöka och styrka resultatet än mer. Troligtvis hade det också varit positivt om detta utfördes av personer som har kompetens inom olika områden. Detta eftersom resultatet berör problem och bakomliggande orsaker i vitt skilda områden såsom attityd, konstruktionsfel och organisatoriska aspekter.

## 8.2 Konceptframtagning

Resultatet är ett visionärt koncept som är tänkt att vara ett exempel på hur de identifierade problemen från problemstudien kan lösas. Målet för denna del, att ta fram ett koncept, kan således ses som uppnått. Precis som för resultatet från problemstudien kan konceptet diskuteras, exempelvis avvägningarna samt konceptets realiserbarhet och för- och nackdelar.

### 8.2.1 Avvägningarna och dess konsekvenser

Själva utformningen av konceptet har många avvägningar bakom sig som kan resoneras kring och ifrågasättas. Flera av de stora avvägningarna grundar sig i att det personliga stoppet måste anpassas till användaren och samtidigt uppfylla vissa "nödstoppskriterier". Resultatet är ett stopp där projektgruppen anser att de till stor del har lyckats förena dessa faktorer.

En avvägning är att stoppet ska vara lätt att aktivera i kris men samtidigt svårt att aktivera av misstag. Lösningen, en dragaktivering, är det koncept som kombinerade dessa två aspekter bäst enligt utförda konceptutvärderingar. Exempelvis skulle en enkel tryckknapp vara något mer lättaktiverad i en krissituation men så pass lätt att aktivera av misstag att operatören inte skulle vilja ha på sig den. Ett större uppfyllande av de krav som minskar operatörernas acceptans, såsom synlighet, lättaktivering eller storlek, hade troligtvis inneburit att de endast burit stoppet av tvång. Med den relativt låga säkerhetsmedvetenhet som finns i vissa delar av branschen idag hade många operatörer i det fallet antagligen struntat i stoppet.

Vidare har projektgruppen tagit hänsyn till att operatörerna ska trivas med stoppet och att det inte ska vara i vägen, samtidigt som det ska vara tillgängligt och väl synligt. Även här tror projektgruppen att konceptet är en bra avvägning av de olika kraven. Samtidigt kan det ifrågasättas om för stor hänsyn tagits till att operatören ska trivas med nödstoppet (och därmed vilja bära det), och att fokus istället kunnat flyttas över till en attityd- och regelförändring.

En stor utmaning med konceptutvecklingen var att stoppet inte fick begränsa friheten men ändå skulle ge trygghet. Känslan av frihet och möjligheten att fatta egna beslut har visat sig vara en stor bidragande faktor till attraktiviteten hos arbetet med mobila bergkrossar. Delvis med anledning av detta valde projektgruppen att gå ifrån nödstoppsdefinitionen och de lagstadgade kriterier som kommer utav den.

Det kriterium som främst sågs som svårt att uppfylla var att nödstopp ska ha konstant sändning mot basenheten så att maskinen automatiskt stängs av så fort sändningen bryts. De komplikationer detta skulle innebära är att maskinen skulle riskera att stängas av när en operatör går på fikarast, åker till verkstaden eller dylikt. Då en avstängning av krossen vid fel tillfälle kan medföra tidskrävande och riskfyllda moment togs beslutet att inte uppfylla detta nödstoppskriterium. Om operatören inte märker att stoppet indikerar att täckningen har försvunnit finns risken att en falsk säkerhetskänsla istället skapar risker. Det är viktigt att inte operatören använder stoppet som en ursäkt för att göra riskfyllda val. Fördelarna med att stoppet inte löses ut vid täckningsbortfall överväger dock riskerna.

Eftersom stoppet är ett komplement till befintliga nödstopp, och därmed inte påverkar säkerhetsklassningen på krossen, anser projektgruppen att det inte är problematiskt att det endast klassas som stopp.

### 8.2.2 Genomförandet och metodvalets inverkan

De metoder som använts under utvecklingen av det portabla stoppet kan diskuteras både med avseende på om det är rätt metoder och om de har utförts på rätt sätt samt hur detta påverkat resultatet.

Utvecklingen av stoppet har sin grund i problemstudien och den behovsanalys som gjordes på nödstopp. Därför har genomförandet av datainsamlingen, som diskuterats tidigare, viss påverkan på hur konceptet har utformats. Det är delvis den information projektgruppen utgått från när operatörernas behov och krav fastställts. Eftersom resultatet från problemanalysen anses valitt har projektgruppen haft rätt information att utgå från i framtagandet av kraven.

Under idé- och konceptgenereringen användes metoder som projektgruppen har stor erfarenhet av. Troligtvis har den fria brainstormingen, skissningen och modellbyggandet hjälpt projektgruppen att tänka utanför ramarna och gett ett bättre och mer innovativt resultat.

Med olika metoder har projektgruppen försökt ta fram ett koncept som passar användaren. Metoderna i sig är väl utförda och relevanta för utformningen men för att gå ifrån det ännu konceptuella förslaget hade de varit tvungna att kompletteras med mer tester mot användare och i den verkliga miljön.

Stoppets teknik är baserad på befintlig sådan. För att välja teknik samlade projektgruppen information från olika larmföretag på internet, men också genom direkt kontakt med sakkunniga på företagen. Trots att studien var omfattande måste det tas i beaktande att det kan vara nya tekniker på väg och att detta hade kunnat påverka resultatet. Kanske hade det portabla stoppet med en annan teknik kunnat ha konstant sändning mot krossen utan att råka aktiveras när operatören befinner sig utanför sändningszonen, alternativt att sändningszonen är så stor att det aldrig sker. Ny/annan teknik kan också ändra beslutet att utesluta den mandown-funktionalitet som var på tal tidigt i konceptgenereringen. En sådan tilläggsfunktion hade medfört att det personliga stoppet gav högre säkerhet och kanske också ökat dess marknadspotential.

### 8.2.3 Konceptets realiserbarhet, fördelar och nackdelar

Det portabla stoppet har med olika analysmetoder som projektgruppen utfört, såsom jämförande scenario, HTA och en anpassad PHEA visat sig ha egenskaper som de befintliga nödstoppen saknar. Det kan dock diskuteras hur väl stoppet kompletterar de befintliga nödstoppen samt hur pass realiserbart det är.

Frågan är om det personliga stoppet är så pass bra att det finns en marknad som är beredd att betala för det. Detta är en grundläggande fråga som finns för nästan alla produkter som tas fram. Det skulle vara möjligt att i högre grad resonera kring detta senare i utvecklingsprocessen. Detta eftersom det då finns mer information från ytterligare studier,



exempelvis test i den verkliga användningsmiljön, mer undersökningar om exempelvis material och tillverkning samt kostnadskalkyler och marknadsundersökningar.

Emellertid finns det redan nu flera faktorer som talar för konceptets realiserbarhet. Konceptet är utvecklat på basis av befintlig teknik. Det är utformat med hänsyn till lagar och förordningar och även, fast projektgruppen tog ett aktivt val att frånga vissa nödstoppkriterier, uppnår stoppet de allra flesta. Det kanske största argumentet för stoppets realiserbarhet är att det på marknaden idag finns liknande produkter såsom personliga larm samt trådlösa start/stopp system. Det finns produkter som har ungefär samma storlek och kan stänga av maskiner och starta maskiner med hjälp av fjärrstyrning. Den enda skillnaden är egentligen själva aktiveringsfunktionen, generellt har sådana här produkter en knapp och inte en dragfunktion.

Valet av aktiveringsfunktion gjordes främst på grund av de två svårkombinerade kraven; lätt att aktivera i nödsituation men svår att aktivera av misstag. Dragaktiveringen kan dock ha bidraget till ett i nödsituation mer svåraktiverat stopp. Å andra sidan finns det även idag produkter för nödsituationer där instruktioner till användare ges, exempelvis flytvästar på flygplan. För att motverka detta och öka gissbarheten i produkten är stoppet utformat och färgsatt på ett sätt som ska inbjuda till rätt tolkning och handling.

Enligt maskindirektivet är första prioritet att designa bort de delar och moment från en maskin som kan innebära fara. Att eliminera orsaken till problemet torde vara en mer lämplig utgångspunkt för konceptutveckling än att öka säkerheten där fara finns. Dock var avgränsningen för projektet sådan att ingen förändring i krossens konstruktion skulle göras. Krossen kommer således så länge inga konstruktionsförändringar sker att ta lika lång tid och vara lika svårt att stanna oavsett modell på stoppanordning. Det portabla stoppet är avsett att kunna användas på krossar så som de ser ut idag och där bedömer projektgruppen att behovet är stort.

### 8.3 Reflektioner - projektet i sin helhet

Projektets utgångspunkt har varit att lyfta fram operatörens problemfyllda vardag. Det vi trots detta sett och mött är operatörer som i stora drag värderar sitt jobb högt, trivs ganska bra på sin arbetsplats och inte ser något större problem med ett par skärsår och blåa naglar. Denna rapport ska därför inte misstas för att beskriva hur operatören ser på sitt arbete, utan snarare en beskrivning av de problem som faktiskt finns.

Uppdragsgivaren för detta projekt är en branschorganisation. Det har självfallet haft en inverkan på projektet jämfört med om det varit ett företag. SBMI som organisation varken säljer, tillverkar eller köper de produkter (mobila bergkrossar) som undersökts. Följaktligen har kandidatgruppen haft ganska fria händer vad gäller konceptframtagningen. Om det personliga stoppet togs fram på uppdrag av ett tillverkande företag hade gruppen fått ta större hänsyn till företagets identitet, tillgängliga tillverkningsmetoder, vem som skulle köpa produkten och inte minst hur mycket produkten skulle kosta. Detta hade både förenklats och försvårats för kandidatgruppen. Begränsningar kan vara vägledande samtidigt som de i vissa avseenden kan fungera som hinder.

## 9 Slutsats

Utvecklingsprocessen har grundats i de två skilda men ändå sammanlänkade delarna *Problemstudie* och *Konceptframtagning* och deras inbördes mål. Målet med problemstudien, som var en utförlig kartläggning av problembilden, är uppnått med hjälp av den behovsanalys som genomförts utifrån operatörens perspektiv.

Problemstudien mynnade ut i förbättringsförslag för den avgränsade problematiken kring nödstopp. Ett av de stora problemen med de befintliga nödstoppen är åtkomligheten. De sitter på ett begränsat antal platser, och eftersom operatörerna rör sig runt hela krossen finns det många tillfällen då inget nödstopp är inom räck- eller synhåll. Förbättringsförslagen resulterade i ett konceptuellt lösningsförslag, vilket motsvarar målet för andra delen av projektet. Konceptet är ett portabelt stopp som på ett enkelt sätt löser problemet med åtkomsten samtidigt som det tillför möjligheten att larva omvärlden vid en olycka. Det portabla och personliga stoppet ska vara fäst i operatörens byxficka, ha nödstoppsrelaterade färger och vara enkelt att aktivera i en nödsituation.

Med stor säkerhet kan det konstateras att arbetsplatsen för mobila bergkrossoperatörer, trots att den har sina fördelar såsom stor frihet för operatören, är väldigt utsatt och en del av en bransch som måste uppmärksammas ur ett arbetsmiljöperspektiv. Kandidatarbetet syftade till att visa vilka problemområden som finns på arbetsplatsen och kunna användas som diskussionsunderlag internt inom SBMI. Detta kan sin tur leda till att branschen och dess arbetsmiljö uppmärksammas, vilket är projektgruppens förhoppning.

# 10 Rekommendationer för fortsatt arbete

Problemstudien resulterade förutom nödstopp i även ytterligare 23 problemområden. Dessa förtjänar alla en vidareutredning och framtida lösning, för både dagens arbetande inom branschen men även för att göra arbetsplatsen attraktiv med avseende på nyrekrytering.

Det portabla och personliga stoppet är endast i konceptstadiet och kräver mer utveckling. Det behövs bland annat kompletterande användartester och kvalitetssäkring för att uppnå den säkerhet ett stopp av denna art kräver. Enklare modeller för att utvärdera stoppets storlek har använts men för att verifiera lösningförslaget som helhet krävs mer verklighetstroga och funktionella prototypvärderingar.

För att förbättra stoppet ytterligare skulle kortare stopptid hos krossen vara önskvärd. Även vissa, om än ovanliga, konsekvenser av nödavstängning såsom att få en stillastående kross full med sten hade behövt utredas och elimineras för att säkerställa att operatören kommer att använda stoppet.

Mycket kan förbättras med tekniska lösningar men vissa problem beror på andra bakomliggande faktorer. Troligtvis krävs det att branschen arbetar aktivt för att förändra synsättet på säkerhet och arbetsmiljö.



# Källförteckning

- Arbetsmiljöverket. (2006) Lungsjukdomen silikos tillbaka i Sverige. *Arbetsmiljöverket*.  
<http://www.av.se/>. (2011-03-20)
- Arbetsmiljöverket. (2008) Arbetsmiljöverkets föreskrifter om maskiner. *Arbetsmiljöverket*.  
<http://www.av.se/>. (2011-04-02)
- Arbetsmiljöverket. (2010) Självgående gruskross. *Svarstjänsten Arbetsmiljöverket*.
- Arnér, M. (2011) Bergmaterial/täkter. *WSP Sverige*. <http://www.wspgroup.se/sv/WSP-Sverige/>. (2011-03-17)
- Ballast (2009) *Bergkross*. <http://www.ballastverige.se/>. 2011-05-06
- Bligård, L (2011) *Utveckling ur ett människa-maskinperspektiv*. Chalmers Tekniska Högskola, inst. för Produkt- och produktionsutveckling . Opublicerad
- Boghard, M; et al. (2008) *Arbete och teknik på människans villkor*, Solna:Prevent
- Boström, S. (2011) Man omkom efter olycka vid bergtäkt. *Folkbladet*.  
<http://www.folkbladet.se/nyheter/>. (2011-01-04).
- Cross, N. (2000) *Engineering Design Methods - Strategies for Product Design*, London: John Wiley & Sons
- Goodwin, K. (2005) *Perfecting Your Personas. User Interface Engineering*.  
<http://www.uie.com/>. 2011-04-30
- Harju, T. *Ascom Wireless Solutions. Göteborg*. Telefonsamtal maj 2011
- Jonzon, G. Chefskonstruktör & kundsupport. *P.J. Jonsson och Söner*. Billsta. Telefonsamtal maj 2011.
- Jonsson, Christina (2011) Vad är ergonomi?. *Ergonomisällskapet*.  
<http://www.ergonomisallskapet.se/>. (2011-05-21).
- Jonsson, Camilla (2010) Djurlivet i en täkt. *Länsstyrelsen Västerbotten*.  
<http://www.lansstyrelsen.se/vasterbotten/>. (2011-04-22)
- Jordan, P.W. (1998) *An introduction to usability*, London:Taylor and Francis
- Lantz, A (2007) *Intervjumetodik*, Lund:Studentlitteratur
- Karlsson, M (2008) *Lyssna till kundens röst Kurskompendium*. Chalmers Tekniska Högskola, inst. för Produkt- och produktionsutveckling
- Kaulio, M (1996) PRE : product requirements engineering : att skapa ett företagsspecifikt arbetssätt för att hantera kundkrav, Mölndal:Institutet för verkstadsteknisk forskning

- Kvale, S (1997) *Den kvalitativa forskningsintervjun*, Lund:Studentlitteratur
- Gholam - Abbas Nazri, Gianfranco Pistoia. Springer. (2003). Lithium batteries: science and technology. New York: Springer
- Norlin, L; et al. (2009) *Grus, sand och krossberg 2009*, Uppsala: Sveriges geologiska undersökning
- Ottosson, S (1999) *Dynamisk produktutveckling*, Floda:Tervix
- Pheasant,S, (2003) *Bodyspace: anthropometry, ergonomics, and the design of work* [Elektronisk] Andra upplagan. London: CRC Press.
- Plast & kemiföretagen(2010) *Plastinformation-bioplast*. <http://www.plastkemiforetagen.se>. (2010-04-22)
- Preventica (september 2008) *Nouvel émetteur-récepteur d'alarmes Ascom a71* <http://www.preventica.com/>. 2011-05-20
- Smith, W.F & Hashemi, J. (2011). *Foundations of Materials Science and Engineering*. Boston: McGraw-Hill Higher.
- UJ440i. *Sandvik Mining and Construction*. <http://www.miningandconstruction.sandvik.com/>. (2011-04-22)
- Voltimum. (2005) Nödstop och/eller säkerhetsbrytare. *Voltimum*. <http://www.voltimum.se/>. 2011-04-15
- Vägverket (november 2009) *Vad händer vid ett vägbygge?*, Borlänge:Vägverket [Broschyr]
- WCED, World Commission on Environment and Development. (1987) *Our Common Future*. "Bruntlandrapporten". Kapitel 2. Oxford: Oxford Paperbacks.
- WHO, World Health Organization. (2005) *World Summit Outcome Document*.
- Wikström, L (2009) Föreläsning: *Image\_expression\_090318.pdf*.
- Österlin, K (2003) *Design i fokus för produktutveckling*, Liber, Malmö

# Bilagor

## Bilaga I – Intervjuunderlag Arbetsplats mobil bergkross

Inledning: etiska aspekter, anonymitet etc.

### Bakgrund

Namn:

Ålder:

Mailadress: (för att skicka rapport):

### Arbetet bakgrund

- > Hur länge har du jobbat här?  
Med vad?
- > Hur ser din arbetsvecka ut?
- > Hur brukar en arbetsdag se ut? Tider, raster.
- > Vad är din arbetsuppgift?  
Brukar ni byta uppgifter då och då?
- > Jobbar du på ackord eller per timma?  
Hur känns det? Blir det stressigt?

### Arbetet och problem skador etc.

- > Vad tycker du om ditt arbete?
- > Vilka problem stöter du på dagligen?  
Vilka problem stöter du på mer sällan?
- > Finns det något moment som är extra frustrerande eller irriterande under dagen?  
Finns det något obekvämt moment?
- > Är du rädd för att skada dig när du jobbar?
- > Har du skadat dig någon gång i arbetet? lättare/svårare skador...  
Säger du till någon om det?
- > Händer det någon gång att det är nära att bli olyckor eller skador som du i sista stund lyckas förhindra?
- > Vet du någon annan som skadat sig/skadar sig ofta?
- > Har du ont någonstans?
- > Hur är det med damm och buller?  
Lider du av det? varför/varför inte?

- > Vad görs för att minimera riskerna?
- > Är det mycket diskussioner på arbetet om säkerhet, om att arbetet är jobbigt eller något är svårt?  
Hur låter dessa diskussioner i sådana fall? Annars, varför är det inga diskussioner?

### **Praktiska frågor kring säkerhet**

- > Har ni något skyddsombud?  
Vad gör denne?
- > Har du skyddsutrustning på dig när du jobbar?  
Vilka typer av skydd?  
Alltid? I vilka situationer?
- > Passar skyddsutrustningen dig och ditt arbete?
- > Saknar du någon skyddsutrustning?
- > Står din arbetsgivare för kostnaderna för din skyddsutrustning?  
Skulle du vilja ha något mer?  
Köper du något själv?

### **Lastmaskinen/grävmaskinen**

- > Hur ofta måste du gå ur din maskin under pågående krossarbete?  
När händer detta?
- > Är det jobbigt att klättra ner?
- > Har du någon gång bråttom ur maskinen?
- > Har du fallit eller halkat på stegen eller stenen på vägen i eller ur maskinen?
- > Kan du styra krossen från maskinen?  
Vilka delar kan du styra från maskinen?  
Vilka delar kan du inte styra från maskinen?
- > Har du en bra överblick över ditt arbete från maskinen?  
Är det något du skulle önska att du såg bättre?
- > Vad är viktigast att kunna se?

### **Mobila bergkrossen**

- > Hur ofta stannar krossen? Förkross? Efterkross?  
Varför?  
Vad gör du då?
- > Stänger du av krossen när skötsel eller reparationer ska utföras? Varför, varför inte?



- > Händer det någon gång att krossen är igång då du arbetar nära den?  
I vilka situationer kan det ske?
- > Har ni något regelbundet servicearbete på krossen?  
Vem gör det?
- > Hur ofta måste det göras större reparationer?
- > Kan du ge några exempel på större reparationer?  
Kan du utföra dessa själv?  
Vem gör det annars?
- > Vilka redskap använder du vid skötsel av maskinen?  
Var finns dem?  
Utför du själv skötseln?
- > Finns det standardverktyg eller har du kommit på egna lösningar?
- > Fanns verktyg med vid köp av maskinen?
- > Går det att göra redskapen bättre?

#### **Förändringar på arbetsplatsen**

- > Skulle du vilja att din arbetsplats förändrades på något sätt? Hur och varför?
- > Hur är det med nyrekrytering till era jobb? Varför?

Tack och slut.

## Bilaga II - Teknikstudie

### Produkter med intressanta egenskaper

Projektgruppen har undersökt produkter med larm, fjärrkontroll och stoppfunktioner inom branscher som äldreomsorg, bevakning, sjöräddning, brandkår, industri och sjukvård. Nedan finns fyra exempel på produkter som har teknik som går att använda i ett trådlöst stopp.

**Ascom a71** (Preventica, 2008; Ascom, 2007)

Funktioner: larm, fjärrstyrning och personsökare med meddelandehantering

Storlek: 104 x 62 x 36 mm

Vikt: 120gram

Batteritid: uppladdningsbart Li-ion, räcker i 7 dagar.

Man-down-larm: Larmar om enheten är lutad mer än 55° under en specificerad tid (förinställt 7 sekunder) eller om inga rörelser har detekterats under en specificerad tid (förinställt 30 sekunder). Varnar först med en repetitiv varningston.

Kan användas i följande temperatur: -10 °C to +55°C.

Kommunikation: Radio.

Kommentar: En produkt som är relativt komplex med sin skärm och meddelandehantering. Ger en fingervisning om vad som är rimligt i teknik, batteri, storlek etc.



**Hetronic Mini** (hetronic, 2011)

Funktioner: Nödstopp

Kommunikation: radio

Kommentar: Ett trådlöst stopp som uppfyller nödstoppsreglementet. Använder radio.



**Coastkey** (Utterström, 2009; Coastkey, 2011)

Kommunikation: Radio

Kommentar: Ett kombinerat stopp och fjärrkontroll för snabba båtar. Fjärrkontrollen fungerar upp till åtta meter bort. När bäraren ramlar i vattnet eller kommer utanför täckningsområdet stängs motorn av. Branschen behövde nödstopp,



men ingen ville använda de dödmansgrepp som är alternativet. Coastkey löser främst problemet att de traditionella dödmansgreppen är jobbiga.

**OmniSafe 306** (Be-safe, 2011)

Funktioner: personligt larm med GPS-positionering, röstsamtal till specifika nummer.

Kommunikation: GSM

Storlek: 90 x 46 x 22 mm

Vikt: 150 gram

Batteritid: 30 timmar, 3 månader standbytid.

Kommentar: Ett larm som använder mobilnätet för att larma.



### **Kommunikation**

GSM/GPRS är ofta använt i samband med portabla larm. Tekniken är densamma som i mobiltelefoner och kommunicerar via telefonmaster. Om det finns mobiltäckning på arbetsplatsen är den tekniken den som medger störst rörelsefrihet. Alternativet är en radiosändare (RF/UHF) som kommunicerar med en basenhet på krossen. Basenheten kan stänga av krossen och kan i sin tur ha en GSM/GPRS-sändare som sänder vidare eventuella larm via mobilnätet. RF/UHF är begränsad till området kring basenheten, men är oberoende av mobiltäckning.

Senstar som tillverkar modellerna Flare och Flush skriver på sin hemsida (Senstar, 2011) att deras radiosändare klarar 1 km i öppen terräng, och 90 m utanför huset som basenheten är monterad i. Signalen ska inte heller hindras av byggnadsmaterial som betong eller metall, även om signalen försvagas. Det låter fullt tillräckligt för att nödstoppet ska fungera i krossens närhet. Däremot kan det bli problem om krossen stängs av automatiskt när operatören går på fika och kommer utanför täckningen.

### **Mandown**

Mandown är en typ av larm som antingen larmar när bäraren intagit en specifik vinkel, vid orörlighet eller en kombination av vinkel och orörlighet. En vanlig vinkel är 60°, men det finns exempel där det går att programmera en egen vinkel, 20°-90° (Senstar, 2011).

### **Källor**

Ascom (2007) a71 User Manual. <http://www.ascom.ch/>. 2011-05-21

Be-safe (2011) *OmniSAFE 306*. <http://www.be-safe.se/>. 2011-05-21

Coastkey (2011) Coastkey . <http://www.coastkey.se/default.asp?pid=69> . 2011-05-21

Hetronic (2011) Mini. <http://www.hetronic.co.uk/>. 2011-05-21

Preventica (september 2008) Nouvel émetteur-récepteur d'alarmes Ascom a71  
<http://www.preventica.com/>. 2011-05-20

Senstar (2011) *Flush* <http://www.senstarstellar.com/>. 2011-05-21

Utterström, B. (2009) KeyLess Go för båtar. *Båtmarknaden*, nr 10, ss. 12-13.

## Bilaga III – Kravviktning

	inte hi..	ej stän..	enkel..	uttryc..	tåla mi..	
inte hindra operatören		●	●	●	●	▶ 2
ej stänga av av misstag	●		●	●	●	▶ 1
enkel/snabb aktivering	●	●		●	●	▶ 3
uttrycka stopp/säkerhet	●	●	●		●	▶ 5
tåla miljön	●	●	●	●		▶ 4

- 10 ej stänga av av misstag
- 9 inte hindra operatören
- 8
- 7 enkel/snabb aktivering
- 6 tåla miljön
- 5
- 4
- 3 uttrycka stopp/säkerhet
- 2
- 1

## Bilaga IV - Kravspecifikation

KRAVSPECIFIKTATION - bärbar enhet i personligt stoppsystem för mobil bergkross		
KRAV	K/Ö	FÖRKLARING
<b>Funktion</b>		
Medge manuell aktivering <i>Medför avstängning av hela krossen</i>	K	Operatören väljer aktivt om/när stoppet ska aktiveras
Indikera aktiverad <i>Genom både ljud och ljus</i>	K	Det ska synas och höras att stoppet aktiverats
Larma omvärld vid aktivering	K	Okad trygghet för operatören
Indikera nätverksstatus <i>Genom både ljud och ljus</i>	K	Operatören upptäcker direkt när täckningen mellan hand- och basenhet är dålig och kan vidta åtgärder
Indikera batteristatus <i>Genom både ljud och ljus</i>	K	Operatören upptäcker direkt när batteriet behöver laddas.
Medge återuppladdning <i>50 % på 20 minuter, 100% på 8 timmar</i>	K	Möjlig att kompletteringsladda på lunchrast. Möjligt att ladda fullt över natten
Vara upptäckbar i alla ljusförhållanden	O	Möjlig att lokalisera även i mörker, till exempel under vinterhalvåret

Användning		
Medge aktivering med en hand	K	Oavsett om en hand är upptagen ska aktivering kunna ske
Motstånd vid aktivering <i>Maximalt 18 N</i>	K	Likvärdigt med att lossna en kork från en överstrykningspenna
Motstånd vid återställning <i>Maximalt 18 N</i>	K	Likvärdigt med att fästa en kork på en överstrykningspenna
Kunna aktiveras iklädd arbetskläder och skydd <i>Handskar, jacka, arbetsbyxor, hjälm och hörselskydd.</i>	K	Det portabla stoppsystemet ska kunna användas oavsett typ av arbetskläder
Inte begränsa rörelsefrihet för operatör	K	Det portabla stoppet får aldrig begränsa operatören i arbetet
Inköpskostnad <i>Max 10 000 SEK</i>	Ö	
Medge god greppmöjlighet <i>Anpassas för 5:e och 95:e percentilens handbredd man och kvinna med hänsyn till användning av arbetshandskar.</i>	K	Stoppets storlek ska möjliggöra god greppbarhet av både handskbeklädd stor och liten hand
Medge snabb fästning på byxa <i>Max 10 sekunder</i>	K	Inte besvära operatören mer än nödvändigt
Medge snabb avtagning från byxa <i>Max 10 sekunder</i>	K	Inte besvära operatören mer än nödvändigt

Minimera oönskad aktivering <i>Max 1 gång per år</i>	K	Inte besvära operatören mer än nödvändigt
<b>Prestanda</b>		
Dammtätning <i>Motsvara första IP-siffran 6 (Helt tätt)</i>	K	Det portabla stoppet ska vara anpassat för den miljö där det används
Fukttätning <i>Motsvara andra IP-siffran 5 (Stråltätt)</i>	K	Det portabla stoppet ska vara anpassat för den miljö där det används
Stöttålighet handenhet <i>Motsvara IK09 (10 J dvs 200g från 5 m)</i>	K	Det portabla stoppet ska vara anpassat för den miljö där det används
Temperatur <i>Fungera mellan -30 till +65 grader Celsius</i>	K	Det portabla stoppet ska vara anpassat för den miljö där det används
Vibrationer <i>Tåla vibrationer från arbete på krossen och i maskinhytt</i>	K	Det portabla stoppet ska vara anpassat för den miljö där det används
Batterikapacitet <i>Behöva laddas högst var tredje dag</i>	K	Operatören ska kunna missa laddningen en natt utan allvarliga konsekvenser
Vikt handenhet <i>Väga max 200 gram</i>	K	Likvärdigt med en mindre digitalkamera



Livslängd		
Livslängd <i>Minst 3 år vid normal användning</i>	K	
Montering		
Medge montering på alla mobila krossverk <i>Inkluderat mobila krossverk redan i bruk förutsatt att de är yngre än 10 år</i>	K	
Standarder		
Standarder <i>Uppfylla ISO 13850:2006</i>	O	Den bärbara stoppenheten får inte benämnas nödstopp om standarden inte uppfylls
Miljö		
Medge demontering och återvinning <i>Batterier, elektronik och skal skall kunna sorteras separat</i>	K	Minimikravet är att nämnda delar ska kunna separeras från varandra och återvinnas

## Bilaga V - Utvärdering av uttrycket



