



# Utveckling av sprängdegshantering i knådhus

Alexander Baarman

Examensarbete för Ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för Automationsteknik och IT

Raseborg 2011



# EXAMENSARBETE

Författare: Alexander Baarman

Utbildningsprogram och ort: Automation och IT, Raseborg

Inriktning/alternativ/Fördjupning: Datorstött tillverkning

Handledare: Håkan Bjurström

**Titel: Utveckling av sprängdegshantering i knådhus**

---

Datum: 19.4.2011

Sidantal: 33

Bilagor: 0

---

## Sammanfattning

Detta examensarbete är ett beställningsarbete gjort för sprängämnestillverkaren Forcit i Hangö. Syftet med examensarbetet är att utveckla hanteringen i knådhusen med tanke på fysisk belastning, ergonomi, tidsanvändning och kapacitet.

Problemet i knådhusen är att doseringen av sprängämnesmassan sker för hand, vilket leder till att massan fördelas ojämnt. Det innebär även att arbetet är oergonomiskt och fysiskt tungt för arbetarna.

Uppdraget började med att jag studerade hur arbetet i knådhusen gick till samt funderade ut olika lösningar. Jag kom på ett antal lösningar och av dem valde jag att utforma ett v-format kärl för att underlätta doseringen. I botten på kärlet placeras en cellmatare vars uppgift är att dosera ut massan. Det v-formade kärlet med cellmatare ger ett effektivt resultat, tidsmässigt tänkt.

---

Språk: Svenska   Nyckelord: Ergonomi, Sprängämne, ISO 9000

---

# BACHELOR'S THESIS

Author: Alexander Baarman

Degree Programme: Automation and IT

Specialization: Design and Manufacturing

Supervisors: Håkan Bjurström

Title: Development of Explosive Management in the Production Area/ Utveckling av sprängdegshantering i knådhus

---

Date: 19 April 2011

Number of pages: 33

Appendices: 0

---

## Summary

This thesis is commissioned work at the explosives factory Forcit in Hanko. The purpose of the thesis is to develop the management in the working area considering the physical strain, ergonomics, time management and capacity.

The problem in the working area is that the dosage of the explosive mass is done by hand, which leads to mass being distributed unevenly. It also means that the work is ergonomically unsound for the workers.

I started the implementation by studying the work in the area, and by thinking of solutions. I came up with a number of solutions, of which I chose the one where I design a V-shaped container in order to facilitate dosing. On the bottom of the V-shaped container I chose to place a rotary feeder whose function is to distribute the mass. The reason I chose this solution is that the V-shaped container with feeder provides an effective result, if you also think about the usage of time.

---

Language: Swedish

Key words: Ergonomics, Explosives, ISO 9000

---

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Forcit .....	2
3	Teoretisk bakgrund.....	3
3.1	Tillverkning av sprängämnen.....	3
3.2	Maskin- och arbetsredskaps säkerhet .....	4
3.2.1	Minimikrav gällande maskiner .....	4
3.3	Utrymmesklassificering.....	5
3.4	ATEX.....	5
3.5	Inkapsling.....	7
3.6	Krav på installationer .....	7
3.7	Maskinsäkerhet.....	7
3.7.1	Krav.....	8
3.7.2	Ibrukttagande av maskiner .....	8
3.8	Kemiska faktorer .....	9
3.9	Andningskydd .....	9
3.10	Ergonomi .....	10
3.11	Kvalitetssäkring.....	11
3.11.1	Vad är ISO 9000 .....	11
4	Knådhuset .....	13
4.1	Knådkärl.....	14
4.2	Knådmaskinen.....	15
4.3	Kippanordning.....	16
4.4	Styrbunkern.....	17
4.5	Transportlådor .....	18
4.6	Städning och rengöring.....	19
4.7	De olika arbetskedena .....	19
4.8	Tidsstudier .....	20
5	Själva problemet.....	22
6	Förslag till förbättring av doseringen av massan.....	24
6.1	Skrummatare.....	24
6.2	Cellmatare .....	24
7	Min lösning.....	25
8	Slutord .....	31
9	Källförteckning.....	32



## 1 Inledning

Detta slutarbete är ett beställningsarbete av sprängämnestillverkaren Oy Forcit Ab i Hangö. Tillverkningen av sprängämnen sker i flera olika arbetsmoment. Slutarbetet behandlar endast ett av dessa skeden: knådningen. I knådhusen tillverkas olika sorters sprängdegar, detta sker i tre olika moment. Tillverknings- och hanteringsmetoden som nu är i bruk har utvecklats på 1950-talet och behöver förbättras i synnerhet i ergonomiskt avseende. Det mesta görs med hjälp av handkraft. Eftersom massan som hanteras väger upp till 400 kg per sats är detta fysiskt mycket tungt för arbetarna. I knådhusen finns det dessutom gaser av nitroglykol i luften. Det gör att människans blodtryck sjunker, vilket resulterar i att gasmask bör användas, vilket gör arbetet fysiskt ännu tyngre.

Syftet med examensarbetet är att utveckla hanteringen i knådhusen med tanke på fysisk belastning, ergonomi, tidsanvändning och kapacitet. I arbetet skall även beaktas både arbets- och sprängämnessäkerhet.

Det här arbetet omfattar följande:

- Hanteringen och förflyttningen av knådkärlet i knådhuset
- Automatisering av massans dosering till transportkärnen

## 2 Forcit

Oy Forcit Ab är ett företag inom kemiindustrin som tillverkar sprängämnen. Forcit grundades år 1893, under namnet Finska Forcit-Dynamit Aktiebolaget. År 1981 ändrades namnet till Oy Forcit Ab. Huvudkontoret finns i Hangö.

I dag har Forcit verksamhet i både Finland och Sverige. I Finland har Forcit produktion på sex orter och i Sverige på tre. Hangö fabriken sysselsätter ca 130 personer och totalt har koncernen ca 300 anställda. Forcit är idag ett av de ledande företagen inom sprängämnes- och tändmedelstillverkning i Norden.

Till Forcits produkter hör NG-produkter, emulsions- och säkerhetsprängämnen, sprängkapslar, stubintråd och tillbehör. Dessa produkter kan användas för ovanjords-, underjords-, undervattenssprängning och blockstensbrytning. Förutom dessa produkter erbjuder Forcit även vissa tjänster, som t.ex. lagring, planering, transport, skolning, och kundsupport.

Forcit har också allt sedan år 1920 tillverkat produkter till försvarsmakten. Idag har Forcit en separat enhet, Forcit Defence som är inriktad på sprängämnen för militärt bruk.

Forcit har som företag alltid beaktat miljöaspekterna, både beträffande tillverkning och användning. På 1970-talet skedde stora förändringar och man började ta miljöbelastningen på allvar. Nu gjordes flera olika investeringar och sedan dess har man konstant minskat miljöbelastningen. År 1998 blev Forcits miljösystem certifierat enligt ISO 14001.

Forcit var det första företaget i Finland som tilldelades försvarsmaktens kvalitetscertifikat AQAP-120/ISO 9002. Detta gällde i början TNT-enheten, senare utvidgades detta så att det gällde hela fabriken. Forcit har sedan 1996 certifierats enligt kvalitetssystemet ISO 9001.

År 2010 hade Forcit en omsättning på ca 70 miljoner euro. (Forcit 2011)

### 3 Teoretisk bakgrund

Den teoretiska bakgrunden behandlar hur tillverkningen av sprängämnen sker, maskiner och arbetarskyddsfaktorer samt hur Forcits utrymmen ser ut idag.

#### 3.1 Tillverkning av sprängämnen

Då man tillverkar sprängämnen finns det en del specialkrav som bör tas i beaktande vad beträffar maskinerna och utrustningen. Det är viktigt att maskinerna, transportmedlen samt kommunikationsutrustningen är konstruerade så att varken värme, friktion, stöt eller ökning av tryck kan orsaka att sprängämnet detonerar. Det är även viktigt att använda sig av sådana konstruktionsmaterial som inte kan orsaka gnistor. Lås- och upphängningsanordningar bör konstrueras så att skruvar och muttrar både på insidan och utsidan av maskinen inte kan skruva upp sig av sig själv. Samtidigt är det viktigt att maskinerna skall gå att skruva isär om så behövs. Maskinerna bör vara så konstruerade att de automatiskt stannar vid överbelastning. Maskinerna och utrustningen skall vara lätta att rengöra, speciellt lager och andra rörliga delar. Av samma orsak skall man undvika att använda ihåliga konstruktioner, eftersom dessa är svåra att rengöra. Om det inte går att undvika ihåliga konstruktioner skall det åtminstone ses till att inget sprängämne kan komma in i sådana. Vidare är det viktigt att använda sådana packningar och filter där det inte kan fastna farliga mängder med sprängämnen, samt att använda sådana smörjmedel som inte kan reagera med sprängämnet.

Vid tillverkning av sprängämnen med maskiner som t.ex. knådmaskin måste de maskinerna vara planerade och konstruerade så att kraftöverföringsutrustningen inte kan ge upphov till stötar, friktion eller gnistor. Det skall även bokföras då service har gjorts.

(TUKES, 1980).



## 3.2 Maskin- och arbetsredskaps säkerhet

Maskinsäkerheten kan ses ur två olika infalls vinklar, säkert tillverkade maskiner och säkert användande av dem. Planerarna, tillverkarna och användarna av maskinerna skall bör hålla möten där det tas upp säkerhetsrisker, för att undvika sådana risker som redan tidigare har upptäckts. Syftet med detta är att undvika och minimera fel samt olycksfall. Tillverkarna av maskiner måste fullfölja direktiven och bestämmelserna gällande maskinsäkerhet. Bestämmelser gällande anskaffning, säker användning och besiktning samt övrig utrustning som används i arbetet är för arbetsgivaren bindande

*Statsrådets beslut om säkerhetsföreskrifter för maskiner 1314/1994*

*Statsrådets beslut om anskaffning, trygg användning och besiktning av maskiner och annan arbetsutrustning som används i arbetet 856/1998*

(Arbetskyddscentralen 2004: 51-52).

### 3.2.1 Minimikrav gällande maskiner

Eftersom de existerande maskinerna i knådhusen är tillverkade på 1950-talet behöver de inte uppfylla dagens krav gällande EU:s maskindirektiv. Maskiner som har blivit införskaffade före år 1995 behöver inte t.ex. vara CE-märkta så som de nyare måste vara. Maskiner som är införskaffade före år 1995 bör trots detta uppfylla statsrådets minimikrav om anskaffning, trygg användning och besiktning av maskiner och annan arbetsutrustning som används i arbete (856/98). En maskin som är införskaffad före år 1995 räknas till en gammal maskin och skall följa statsrådets beslut (856/98). Om en maskin är införskaffad före år 1995 men det har gjorts stora förändringar på dess funktioner, räknas den som en ny maskin och skall därmed följa dagens direktiv (Ekqvist 2007:7).

Kraven som gäller för nya maskiner är mycket strängare. Nya maskiner bör uppfylla kraven enligt statsrådets förordning om maskiners säkerhet (2008/400).

### 3.3 Utrymmesklassificering

Utrymmen räknas vara explosionsfarliga om där lagras, hanteras eller tillverkas sprängämnen. I bruktagandet av dessa utrymmen kräver att myndigheterna utför en inspektion enligt givna direktiv samt ger sitt godkännande. Även utrymmen där det förvaras anmärkningsvärda mängder sprängämnen skall genomgå samma inspektion (Suomen Standardisoimisliitto 2004: 287).

Sprängämnesutrymmen kan indelas i två klasser. A-klass- utrymmen kan vara ett helt rum eller ett begränsat utrymme, där tillverkning, hantering eller lagring av sprängämnen kan utgöra en explosionsrisk p.g.a. damm eller avdunstning. Till A-klass räknas vanligtvis utrymmen där det p.g.a. olika situationer kan uppstå damm eller ånga som kan leda till explosion (Suomen Standardisoimisliitto 2004: 287).

B-klass-utrymmen kan vara ett rum eller ett begränsat utrymme, där det tillverkas, hanteras och förvaras sådana sprängämnen som är packade så att det inte kan orsaka en omedelbar explosion om det uppstår damm eller ånga. Till B-klass- utrymmen räknas m.a.o. sådana utrymmen där varken damm eller ånga kan uppstå. Hit kan t.ex. räknas lager där sprängämnena är tätt förpackade i hållbart material (Suomen Standardisoimisliitto 2004: 287).

### 3.4 ATEX

ATEX- förkortningen kommer från franskan och handlar om direktivet för explosiva atmosfärer. ATEX- direktivet är en utrymmesklassificering som gäller utrymmen där damm, vätskor eller gas kan utgöra en explosionsrisk. ATEX- utrymmen förekommer i flere olika branscher t.ex. livsmedels, läkemedels och kemibranschen. Utrustning som används i ATEX-miljö måste vara tillverkad enligt ATEX- produktdirektivet. Utrustningen delas in i två grupper beroende på användningsområde, I och II . Grupp I delas ytterligare in i två utrustningskategorier, M1 och M2. Grupp II delas in i tre olika kategorier 1,2 och 3 som bestämmer säkerhetsnivån. Kategori 1 och M1 är högsta säkerhetsnivån och kategori 3 är normal säkerhetsnivå. ATEX- direktivets syfte är att skydda arbetare som jobbar i sådan miljö. Ytterligare ett syfte är att skapa säkerhetsbestämmelser som gäller för alla EU-länder gällande utrustning och maskiner.

ATEX- områden är klassade i olika zoner från de farligaste till de minst farliga enligt följande modell.

- Zon 0 Utrymme där det dagligen eller ofta sker en blandning av ånga, gas, luft eller dimma vilket ökar explosionsrisken. P.g.a. att det dagligen sker blandning mellan ovan nämnda ämnen krävs det att utrustningen som används är av kategori 1 d.v.s. den högsta säkerhetsnivån.
- Zon 20 Utrymme där det dagligen eller ofta sker en blandning av damm och luft vilket ökar explosionsrisken. I zon 20 bör utrustningen som används vara av kategori 1.
- Zon 1 Utrymmen där det vid normala förhållanden kan ske tillfällig blandning av luft, damm, ånga eller gas vilket kan öka explosionsrisken. I zon 1 bör utrustningen uppfylla säkerhetskraven som gäller för kategori 1 eller 2.
- Zon 21 Utrymmen där det vid normala förhållanden kan ske tillfälligt blandning av luft och damm vilket ökar explosionsrisken. I zon 21 bör utrustningen uppfylla säkerhetskraven som gäller för kategori 1 eller 2.
- Zon 2 Utrymmen där det vid normala förhållanden inte sker blandning av ånga, gas, luft eller dimma vilket skulle öka explosionsrisken. I denna zon kan utrustningen som används vara av kategori 1,2 eller 3.
- Zon 22 Utrymme där det vid normala förhållanden inte sker en blandning av damm och luft vilket skulle öka explosionsrisken. I denna zon kan utrustningen som används vara av kategori 1,2 eller 3.



*Bild 1: Illustration för hur man känner igen ett ATEX område. Skylten har gul botten och svart ram runt om. Bokstäverna är svarta.*

### **3.5 Inkapsling**

IP- klassificeringen beskrivs med en kod på två siffror och beskriver vilket skydd den elektriska utrustningen har. Första siffran beskriver vilket skydd den elektriska utrustningen har mot främmande föremål vid beröring. Den andra siffran beskriver vilket skydd den har för vätskor och vatten. En brytare med klassificeringen IP55 skyddar för damm men dock inte fullständigt samt för lågtrycksvattenstrålar från olika vinklar. En armatur med klassificeringen IP 54 skyddar då mot damm, men dock inte fullständigt, och skyddar även mot vattenstrålar från olika vinklar. IP 68 är den högsta klassificeringen och IP 00 den lägsta. Utrustning som är klassificerad med IP 68 har ett fullständigt skydd mot damm och klarar av att vara under vatten ytan under en längre tid.

(Fibox 2011)

### **3.6 Krav på installationer**

I ett utrymme där det finns risk för explosion, får det endast installeras sådan elutrustning som är nödvändig för utövandet. I sådana utrymmen bör man undvikas att installera eluttag, elvärme och i allmänhet sådana elapparater som under normal användning kan orsaka att det uppstår gnistor. Elutrustningens konstruktion skall vara sådan att de delar som kommer i kontakt med sprängämnet inte skall kunna orsaka gnistor eller uppnå en sådan temperatur att det kan förorsaka en explosion. I ett A-klass- utrymme skall det endast installeras nödvändig elutrustning, där det finns krav på att utrustningen skall vara ämnad för industribruk, mekaniskt hållfast samt vara klassificerad minst till IP 54. Det rekommenderas dock att den använda elutrustningen är av högre klassifikation än IP 54. För ett B-klass- utrymme krävs det en klassifikation på IP 54 på all elutrustning (Suomen Standardisoimisliitto 2004: 287-289) .

### **3.7 Maskinsäkerhet**

Detta stycke behandlar de krav som finns på maskiner och tillhörande utrustning samt vad som bör beaktas då maskiner tas i bruk

### **3.7.1 Krav**

Maskiner och tillhörande utrustning får inte vara riskmoment. Maskinerna och utrustningen skall fungera som planerat och alltid kunna användas säkert. Med tanke på placeringen av maskinerna bör det tas i beaktande att det finns tillräckligt med utrymme både för arbetarna som använder maskinerna och för personalen som sköter om servicen av dem (Arbetarskyddscentralen 2004: 52-54).

Vid planeringsskedet av maskiner skall man sträva till att göra dem så ergonomiska som möjligt med tanke på arbetsställningen. Ytterligare en faktor som bör beaktas är att maskinens tempo skall anpassas till arbetarna, och inte tvärtom (Arbetarskyddscentralen 2004: 52-54).

Det finns en del krav som en tillverkare av maskinerna skall se till att uppfylls. Det bör göras bedömningar med tanke på risker samt säkerhetskrav. En sammanställning av de viktigaste sakerna gällande tekniska data samt en bruksanvisning bör finnas, med uppgifter om underhåll, installationsanvisningar samt hur maskinen används på ett säkert sätt. Bruksanvisningen bör vara skriven på finska och även på svenska på tvåspråkiga områden. På maskinen bör på en synlig plats fästas en CE-märkning, innehållande: tillverkningsår och tillverkningsnummer, typmärkning och tillverkarens namn samt adress. Tillverkaren skall vid behov kunna utföra en typbesiktning av maskinen (Arbetarskyddscentralen 2004: 52-54).

### **3.7.2 Ibruktagande av maskiner**

Det hör till arbetsgivaren att beakta säkerheten gällande maskiner och arbetsredskap vid anskaffning, användning, underhåll samt skolning och handledning. Maskinerna och deras tillhörande utrustning måste uppfylla bestämmelserna samt vara anpassade enligt användningsändamålen. Det är arbetsgivarens plikt att se till att maskiner och arbetsredskapen är i skick och att de underhålls vid behov. Arbetsledarna skall utbilda arbetstagarna så att de vet hur arbetsredskapen samt maskinerna skall användas på ett säkert sätt (Arbetarskyddscentralen 2004: 54-55).

### 3.8 Kemiska faktorer

Kemiska faktorer innebär att det på en arbetsplats används kemikalier och att det frigörs skadliga ämnen p.g.a. arbetsprocesserna. Riskerna av dessa kemiska faktorer måste bedömas eftersom många kemiska faktorer kan ha farliga egenskaper, och detta bör tas i beaktande under bearbetningen och hanteringen. En farlig kemikalie kan t.ex. orsaka en explosionsrisk eller på annat vis vara skadlig för hälsan. För att undvika farliga situationer bör arbetarna veta tillräckligt om kemikaliernas egenskaper för att kunna hantera dessa på ett säkert sätt. Detta innebär för arbetsgivarens del att det bör erbjudas tillräcklig utbildning inom ämnet till varje arbetstagare. Dessutom är det viktigt att arbetstagarna även lär sig hur farliga situationer skall hanteras (Arbetarskyddscentralen 2004: 79-80).

Vissa kemikalier kan p.g.a. sina fysikalisk-kemiska egenskaper orsaka explosion eller brand. T.ex. kan en stöt, friktion eller öppen eld orsaka en explosion. Också frätande ämnen kan vara farliga eftersom de p.g.a. sin reaktivitet kan orsaka en brand eller explosion, de kan även orsaka att andra ämnen brinner snabbare än vanligt. En kemikalie kan räknas vara brand- eller explosionsfarlig då den är mycket brandfarlig, explosiv, oxiderande, antändlig eller lättantändlig (Arbetarskyddscentralen 2004: 79-80).

### 3.9 Andningsskydd

Andningsskydd används i sådant arbete där det finns föroreningar i luften som är skadliga för människan vid inandning t.ex. gaser och ånga. Det finns två olika sorters andningsskydd; filterskydd och isolerande skydd (m.a.o. andningsapparater). Det finns olika slags filterskydd, sådana som filtrerar bort antingen partiklar eller gaser, eller en kombination av de två. Dessa filter ansluts vanligtvis till en mask. Partikelfiltren filtrerar rök, damm samt mjöliknande ämnen, men dock inte gaser. Gasfiltren däremot filtrerar bort vissa gaser samt ångor, men inte damm. Med hjälp av isolerande skydd undviker man att inandas den ohälsosamma luften som finns i rummet. Inandningsluften bör alltid innehålla tillräckligt med syre. De isolerande skydden fungerar på så vis att användaren får endera rent syre eller ren luft via en behållare som kan vara placerad på ryggen. Kombinationsfilter är en blandning av partikel- och gasfilter som då filtrerar bort gaser, damm samt ånga. Partikelfiltret är placerat längst ut så att luften passeras först via filtret, varefter gasen filtreras bort vid behov (Arbetarskyddscentralen 2004: 92).

Gasfiltren delas in i klasserna 1, 2 & 3. Klass 3 har den största gastoleransen medan klass 1 har den minsta. Filtren delas även in i fyra olika typer A,B, E och K. Dessa står för vilka gaser de skyddar mot. A-typen ger skydd mot en del organiska gaser och ångor vars kokpunkt är över 65° C. B-typen ger skydd mot oorganiska gaser samt ångor men dock inte mot kolmonoxid. E-typen skyddar mot sura gaser och ångor som t.ex. svaveldioxid. K-typen ger skydd mot ammoniak och olika organiska ammoniakföreningar (Arbetarskyddscentralen 2004: 92).

### **3.10 Ergonomi**

Ergonomi innebär att verksamheten är anpassad till människan som utför jobbet. Man strävar efter att förbättra ergonomin. Vid arbetsplatser kan ergonomi betyda att det införskaffas nya arbetsredskap samt utvecklas nya arbetsmetoder som underlättar arbetet för arbetstagarna. Ergonomi kan innebära t.ex. att man byter ut arbetsredskapen och möblerna, att man förbättrar de olika konstruktionerna på arbetsstället eller att man förändrar sättet att arbeta så att det bättre samspelar med arbetarnas olika funktioner, egenskaper och förmågor. Målet med detta är att arbetarna skall kunna arbeta utan att det finns risker för olycksfall och att det varken kortsiktigt eller långsiktigt sker någon farlig belastning för arbetaren. Detta innebär att sådana ensidiga arbetsrörelser, tunga lyft eller dåliga arbetsställningar som kan orsaka för stor belastning på rörelseorganen skall undvikas (Arbetarskyddsförvaltningen 2011).

Det är på arbetsgivarens ansvar att se till att arbetsmiljön är ergonomisk. Så långt det bara är möjligt skall arbetsgivaren se till att arbetarna kan sköta sitt arbete i lämpliga ställningar och med sådana rörelser att det inte sker någon överbelastning. Detta innebär att man skall undvika att långvarigt eller ofta arbeta med böjd eller vriden bål samt med händerna ovanför axlarna eller under knäna. Det är speciellt viktigt att arbetaren inte måste göra sådant som kräver kraft och styrka i dessa dåliga arbetsställningar. Arbetsgivaren bör se till att arbetstagaren så långt som möjligt skall kunna använda sig av olika sorters arbetsutrustning vid situationer där det krävs kraftutövning, detta för att undvika onödiga fysiska belastningar. Till exempel bör det användas mekanisk utrustning istället för att låta arbetstagarna hantera bördor och tunga laster manuellt. Manuell hantering kan orsaka skador i ryggen om lasten är för tung samt om den är placerad så att arbetaren måste böja eller vrida bålen för att kunna hantera den. Det finns även en risk

för skador i ryggen om lasten eller bördan har ett innehåll som plötsligt kan röra på sig (Prevent Arbetsmiljö i samverkan Svenska Näringsliv, LO & PTK, 2007: 22-24).

### 3.11 Kvalitetssäkring

Vad är kvalitet? Ordet kvalitet härstammar från latinets *qualitas*, översatt till svenska betyder det beskaffenhet (Bergman & Klefsjö 2007:23).

Enligt Bergman och Klefsjö (2007:28) kan kvalitet beskrivas från olika synvinklar.

**Användarbaserad** innebär att kvaliteten på produkten bedöms av kunden.

**Produktionsbaserad** beskriver industriens synsätt, på så vis att slutprodukten alltid bör vara den samma, d.v.s. produkten hålls inom vissa toleranser.

**Värde-baserad** innebär förhållandet mellan pris och kvalitet.

**Produktbaserad** betyder att kvalitet kan mätas, t.ex. egenskaperna hos produkten.

**Transcendent** betyder att kvalitet inte kan beskrivas i förväg utan först då man upplevt produkten, kvaliteten är m.a.o. olika för varje människa.

#### 3.11.1 Vad är ISO 9000

Eftersom Forcitet är certifierat enligt ISO 9001 betyder det att kvalitetsprinciperna också gäller sprängdegshanteringen. Man kan säga att kvalitetsledningssystemet förpliktar företaget att vidta åtgärder för att ständigt förbättra arbetsförhållandena på de punkter som upplevs som problematiska av medarbetarna. ISO står för Organization of Standardisation, ISO är en världsomfattande organisation som utvecklar standarder av olika typer. ISO 9000 innehåller standarden för kvalitetsstyrning.

ISO 9000 har åtta kvalitetsprinciper.

##### Princip 1: **Kundfokus**

Eftersom organisationerna är beroende av sina kunder är det viktigt för dem att ta i beaktande kundernas nuvarande samt framtida behov. Det är även viktigt att uppfylla kundernas krav och att försöka nå kundernas förväntningar.



**Princip 2: Ledarskap**

Ledarna bestämmer riktningen och syftet med organisationen. Målet är skapa och upprätthålla en intern atmosfär, där människor kan helhjärtat kan uppnå organisationens mål.

**Princip 3: Medarbetarnas engagemang**

Inom organisationen är personalen på alla nivåer en viktig del. För att utnyttja hela personalens förmågor är det viktigt att de arbetar helhjärtat.

**Princip 4: Processangreppssätt**

Eftersträvade mål uppnås effektivare, då funktionerna och resurserna kopplade till dem leds som process.

**Princip 5: Systemangreppssätt för ledningen**

Genom att identifiera, förstå och leda processer som är sammankopplade till ett system kan organisationens effektivitet för att nå målen höjas.

**Princip 6: Ständig förbättring**

Som ett konstant mål bör organisationen ha att hela tiden sträva efter att förbättra den helhetliga prestationen.

**Princip 7: Fakta baserade beslut**

Storslagna beslut skall baseras på analyser av data och information.

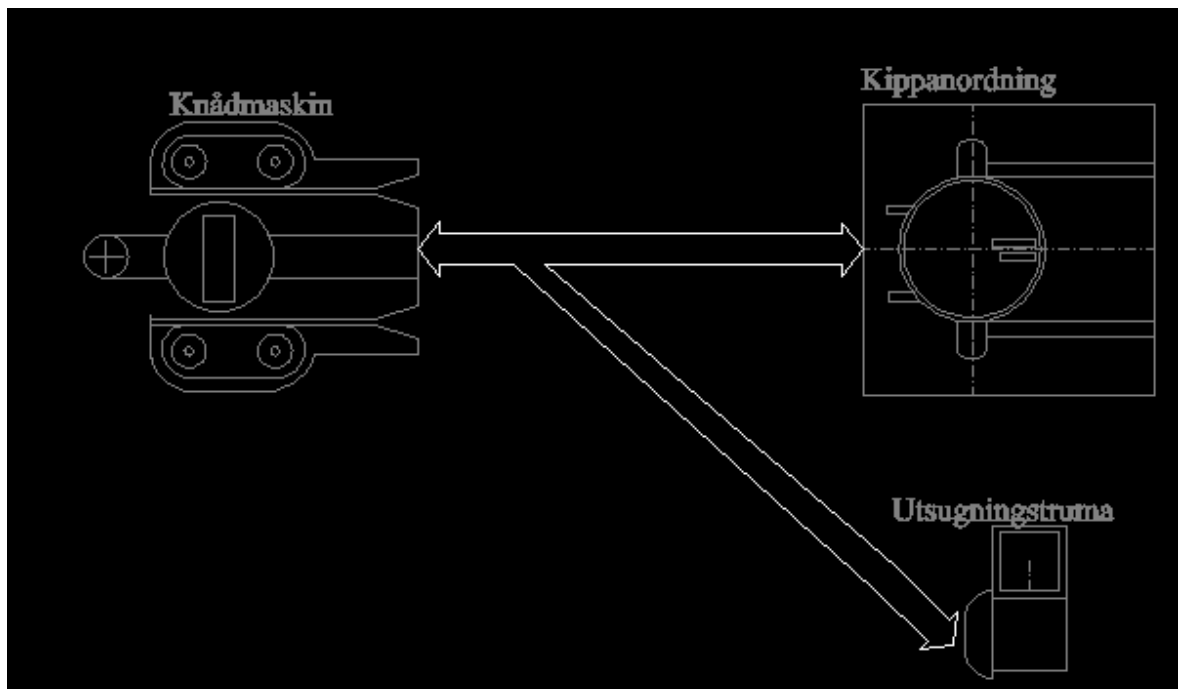
**Princip 8: Ömsesidigt fördelaktiga relationer till leverantörer**

Organisationen och deras utomstående leverantörer är beroende av varandra. Förhållandet borde vara lika fördelaktigt för båda parter för att båda skall ha likadana möjligheter att skapa mervärde.

(SFS - EN 9004:2009 s.68-75)

## 4 Knådhuset

I sprängämnesfabriken i Hangö finns två identiska knådhus där det tillverkas olika sorters sprängämnen i både deg- och pulverform. All utrustning som finns installerad i knådhusen har en klassificering på minst IP55 eller ATEX. Knådhusens produktionsutrymmen är ca 67  $m^2$  stora. För produktion i knådhusen finns en knådmaskin, kippanordning och flera knådkärl. I knådhusen finns en maxgräns gällande hur mycket sprängämne det får finnas på en gång. Vartdera knådhuset får innehålla max 1200 kg sprängämnen på en gång. Utrymmesklassificeringen för knådhusen är klass B.



*Bild 1: Bilden visar var knådmaskinen, kippanordningen och utsugningstrumman är placerade i förhållande till varandra i knådhusen. Pilarna visar hur kärlet rör sig mellan de tre olika faserna i processen.*

## 4.1 Knådkärl

Ett knådkärl i sig själv väger ca 260-280 kg. Massan väger ca 400 kg. När kärlet är fyllt med sprängämnen kan det väga närmare 700 kg, vilket resulterar i att det blir svårt och tungt att hantera kärlet. Kärlet är tillverkat i rostfritt stål. Knådkärlet är runt till formen och har tre hjul, ett hjul framme som kan rotera 360 grader för att göra styrningen lättare och två bak. Kärlet har på var sida två utstående styrholkar med vilka man låser fast kärlet i knådmaskinen och kippanordningen. Kärlets innerdiameter är 900 mm och höjden med hjulen inräknade är 980 mm. Kärlet förflyttas för hand mellan oljepåfyllningen, knådmaskinen och kippanordningen där massan sedan doseras till transportlådorna.



*Bild 2: Så här ser knådkärlet ut som används i knådhusen.*

## 4.2 Knådmaskinen

Knådmaskinen är tillverkad i Tyskland på 1950-talet och den styrs med programmerbara logiker. I logiken finns flera olika program lagrade, då man valt program sköter logiken resten. Då massan är färdigt knådad stannar maskinen automatiskt. I taket finns en linje via vilken det hämtas in råvaror. Denna linje är kopplad till knådmaskinen, så att rätt mängd av råvarorna faller rakt ner i knådkärlet. Detta sköts också med programmerbara logiker som använder tryckluft för att transportera råvaran till knådmaskinen. Råvaran tappas då ner i kärlet vid knådning, vilket logiken sköter automatiskt. När knådmaskinen är igång får ingen person befinna sig i knådhusen av säkerhetsskäl. Detta är också en orsak till att man startar knådmaskinen från en styrbunker.



*Bild 3: På bilden ser vi knådmaskinen och knådmaskinens vingar. Vingarna är gummerade i två skikt, ett vitt underskikt och ett svart ytskikt, för att ge indikation på slitage. I knådkärlet kan man se att det finns sprängämne som just har knådats.*

### 4.3 Kippanordning

Kippanordningen har två kipp-armor och två hydrauliska cylindrar. De hydrauliska cylindrarna används för att lyfta upp kärlet och armarna gör att kärlet svänger sig i luften för att massan skall frigöras från kärlet. Massan fördelas sedan i tre transportlådor. Hydraulikcylindrarna är enkelverkande, vilket betyder att då cylindrarna är på väg ner till ändläge, så sker det med egen vikt. Hydraulikcylindrarna är installerade under golvytan. Hydraulikcylindrarna har en maxhöjd på 1350 mm.



*Bild 4: Bilden visar hur kippanordningen ser ut. Som man ser på bilden finns det två stycken skenor i golvet för att underlätta hanteringen av kärlet.*

## 4.4 Styrbunkern

I styrbunkern finns ett arbetsbord med olika styrknappar och infällda skärmar. Logiken sköts av Siemens PLC (Programmerbara logiker) där det finns tre pekskärmar. Det finns en stor pekskärm med vilken man gör beställningar av råvaror till båda knådhusen. Vidare finns det två mindre skärmar som man styr knådmaskinerna med där man t.ex. kan se varvtal/min och stegtider. I logiken är stegtider och varvtal inprogrammerade, detta för att man skall kunna välja program beroende på vilket sprängämne som tillverkas. Logiken skickar informationen vidare så att den vet när den får lov att tappa ut råvaran i kärlet. För att höja på säkerheten har man även installerat kameror i knådhusen och en tv i styrbunkern. Kamerorna är även kopplade till en hårddisk så att allting lagras för att man vid behov skall kunna kontrollera orsaken till ett problem i efterhand.



*Bild 5: Klassisk styrpulpet inne i styrbunkern.*

## 4.5 Transportlådor

Transportlådan som massan doseras i är alltid placerad på en transportvagn. På transportvagnen finns alltid tre stycken transportlådor som fylls med sprängämnen. Transportlådorna är tillverkade i rostfritt stål. För att undvika att massan faller på golvet vid dosering används en skyddsram. Ramen sätts på lådorna före dosering för att underlätta arbetet. Efter att lådorna ha fyllts med massa sätts ett lock på.



*Bild 6: På bilden kan man se hur transportlådorna och transportvagnen ser ut.*



*Bild 7: Skyddsram.*

## 4.6 Städning och rengöring

Städning är en viktig process i knådhusen, då det inte får finnas sprängämnesmassa på golvet. Städningen sker flera gånger om dagen enligt behov. Det får inte ligga sprängämnesmassa på golvet som är i vägen för arbetaren och knådkärlet. Det gäller också att rengöra kärlet och knådmaskinen. Bristfällig utrustning byts genast ut.

## 4.7 De olika arbetskedena

Steg 1: Först placeras knådkärlet vid utsugningstrumman. Vid utsugningstrumman finns en givare som markerar att knådkärlet är på rätt plats och att man kan börja fylla på kärlet med nitroglykol (NG). Givaren är även viktig för säkerheten, eftersom det är farligt om detta ämne hamnar på golvet.

Steg 2: Följande steg är att fylla kärlet med ett x liter NG, vilket tar några minuter.

Steg 3: Efter detta följer man receptet för just det ämnet som då tillverkas, detta kan t.ex. vara att blanda i trämjöl eller nitroglykol. Vid detta skede kan det damma lite, därför finns det en utsugningstrumma för att suga upp det värsta dammet.

Steg 4: Knådkärlet förflyttas genom att skuffas för hand till knådmaskinen. För att underlätta förflyttningen av kärlet till knådmaskinen finns skenor i golvet.

Steg 5: Innan man kör ner locket på knådmaskinen blandar man krita i kärlet. På väggen bredvid knådmaskinen finns en panel med styrknappar, med vilka man först kör ner locket och ställer brytaren på fjärrstyrning.

Steg 6: Efter det går arbetaren ut ur knådhuset och in i styrbunkern där all logik finns. I styrbunkern startar man knådmaskinen och den går x antal minuter beroende på vilken typ av sprängämne man tillverkar. Då knådmaskinen har knådat färdigt går arbetaren tillbaka till knådhuset för att köra upp locket på maskinen och putsa rent knådmaskinens vingar så att massan faller ner i knådkärlet och inte på golvet.

Steg 7: Efter detta lösgörs kärlet från knådmaskinen, med hjälp av en pneumatisk stöt. Denna pneumatiska stöt skuffar ut kärlet en halv meter så att det går lättare att få kärlet i rörelse. Därefter skuffas kärlet mot kippanordningen där det låses fast före kippning.



Steg 8: Kippningen sköts av två hydrauliska motorer som lyfter upp kärlet i luften. I detta skede placeras transportvagnen under kärlet. På vagnen finns tre lådor som massan skall doseras i. För att dosera ut massan jämnt i de tre lådorna används en träspade, med denna skär man ut ungefär en tredjedel av massan samtidigt som man håller emot så att all massa inte faller i en och samma låda. Då den första lådan är fylld skall kärlet skuffas fram litet så att följande låda kan fyllas på samma sätt. Efter att alla lådor är fyllda jämnas massan ut för hand.

Steg 9: Slutligen läggs det lock på lådorna och transportvagnen skuffas ut ur knådhuset för att transporteras till följande enhet. I de andra enheterna blir massan till färdig produkt och förpackas även i lådor.

#### 4.8 Tidsstudier

Jag har gjort tids- och metodstudier för att få en uppfattning om vad jag skulle kunna förbättra. Jag har tagit tid på alla olika skeden i tillverkningen. Alla arbetare följer knådhusets arbetsinstruktioner vilket betyder att alla skeden i tillverkningen tar en viss tid oberoende av vilken arbetaren är.

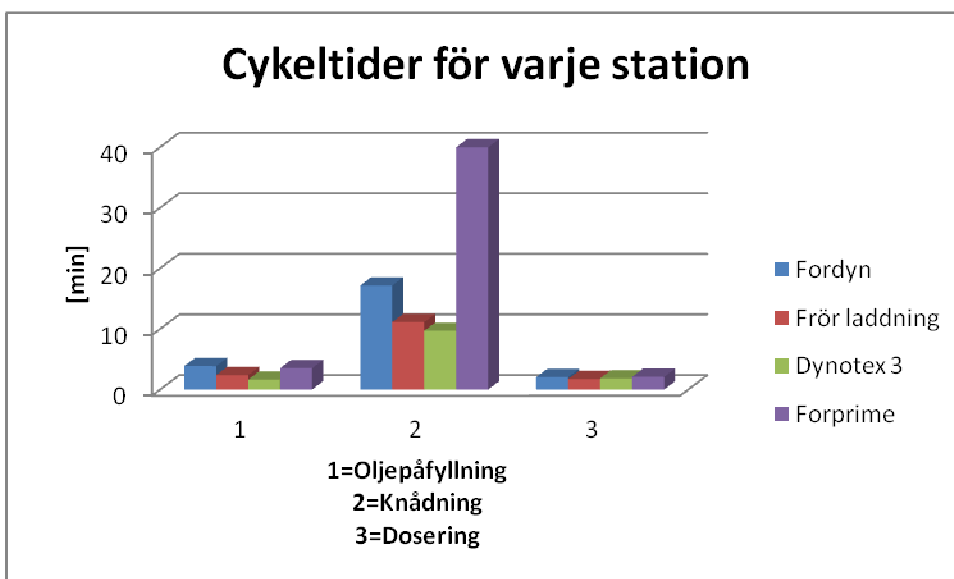


Diagram 1: beskriver hur lång tid det tar i minuter vid varje station i knådhuset.

Diagram 1 beskriver hur lång tid oljepåfyllningen, knådningen samt doseringen tar för de fyra olika massorna som tillverkas. Som man kan se av diagram 1, är det knådningen som tar mest tid. Doseringen tar minst tid, och tar ungefär lika lång tid, oberoende av vilken massa som tillverkas. Eftersom varken knådningstiden eller NG-påfyllningstiden går att

påverka, har jag valt att försöka förbättra doseringsskedet. Jag valde att koncentrera mig på detta skede eftersom det ansågs vara det besvärligaste och tyngsta skedet enligt arbetarna. Doseringen i lådorna är fysiskt tung för arbetarna. Dessutom har det aldrig funnits något automatiserat system för att dosera massan i lådorna, vilket det finns både vid NG-påfyllningen och knådningen.

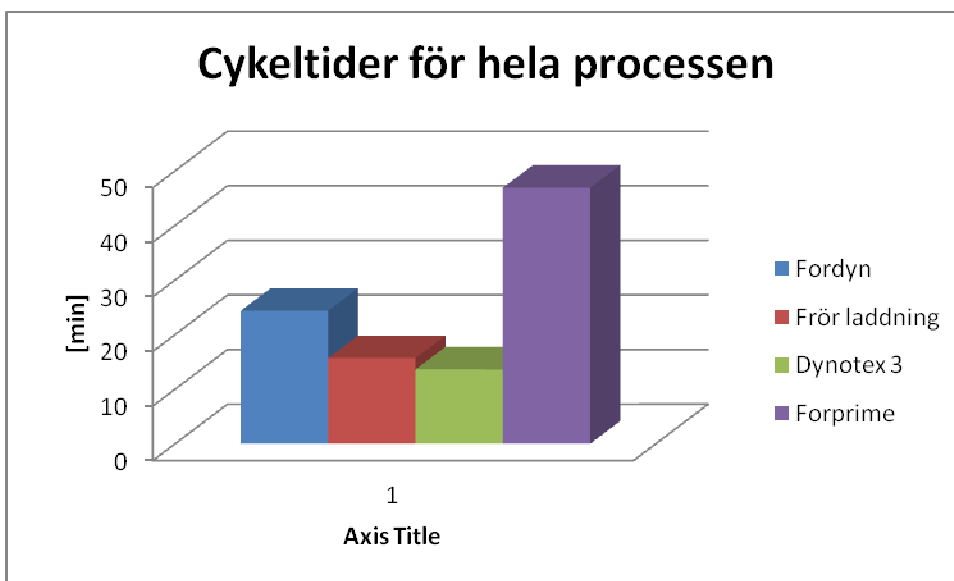


Diagram 2: Visar hur lång tid det tar i minuter för att tillverka olika sorters dynamit.

I diagram 2 kan det avläsas att ForPrime-massan tar mest tid att tillverka, medan tillverkningen av Dynotex 3-massan är den snabbaste. Orsaker till att ForPrime-massan tar längst att tillverka är att det utförs en grundlig städning i knådhuset. Vissa råvaror tappas i för hand istället för automatiskt så som när man t.ex. tillverkar Dynotex 3. Processen tar i genomsnitt 13-46 minuter.

## 5 Sälva problemet

Det största problemet vid tillverkning av sprängämnen i knådhusen är enligt arbetarna doseringen av massan till lådorna. Orsaken till att detta är ett stort problem är att massan som tillverkas i knådkärlet väger ca 400 kg. Arbetaren måste dosera ut massan i lådorna med hjälp av en träspade. Detta är väldigt tungt och oergonomiskt för ryggen. För att undvika att all massa faller ut på samma gång i endast en låda och på golvet, är det meningen att arbetaren med hjälp av en träspade skall skära ut en tredjedel av massan för att fördela i en av de tre lådorna. Därefter skall arbetaren skuffa transportvagnen framåt samtidigt som han håller emot med träspaden för att hålla resten av massan kvar i kärlet. Därefter skall nästa tredjedel doseras ut i den andra lådan och slutligen även i den tredje och sista lådan. Då lådorna är fyllda jämnas massan ut så att det finns lika mycket massa i samtliga lådor, detta görs för hand av arbetarna.



*Bild 8: På bilden kan man se hur arbetaren försöker få en tredjedel av massan i första lådan.*



*Bild 9: Arbetaren är tvungen att håll emot massan och samtidigt skuffa transportvagnen för att sedan dosera massan i andra lådan.*



*Bild 10: På bilden ser man hur arbetaren doserar ut massan med hjälp av en spade.*

## 6 Förslag till förbättring av doseringen av massan

Till följande kommer jag att redogöra för de olika förslagen jag hade för att förenkla massans dosering till lådorna.

### 6.1 Skruvmatare

En skruvmatare ser ut som en stor skruv med spiralform. Mellan spiralerna finns det utrymme som används till transporterering av råvaror. Skruven roterar hela tiden och på så sätt tar den hela tiden och fångar med sig råvara. Skruvmatare används mycket i livsmedelbranschen och även i t.ex. pelletkaminer. Forcit använder också skruvmatare för att dosera ut massa. Kraftöverföring brukar ske med hjälp av en elmotor. Det finns att få skruvar enligt kundens krav gällande storlekar och kapacitet .

Fördelar: ATEX-klassificering

Nackdelar: Långsam produktion, Svår att rengöra.



*Bild 11: Skruvmatare kan se ut på det här viset. I detta fall finns två skruvar som drivs med skilda elmotorer. WAMGROUP (2011.)*

### 6.2 Cellmatare

En cellmatare används för dosering av olika material. Cellmataren fungerar i princip som en rotor, som plockar upp material med sina vingar. En cellmatare kan ha olika mängd vingar beroende på hur noggrann dosering man eftersträvar. Cellmatare finns att få enligt kundens behov, alltså de tillverkas från grunden så att kundens önskemål uppfylls. Det

tillverkas också cellmatare som uppfyller ATEX-kraven. För att förbättra tätningen så kan man tillverka vingarna av olika material. Cellmataren kan drivas pneumatiskt eller med en elmotor.

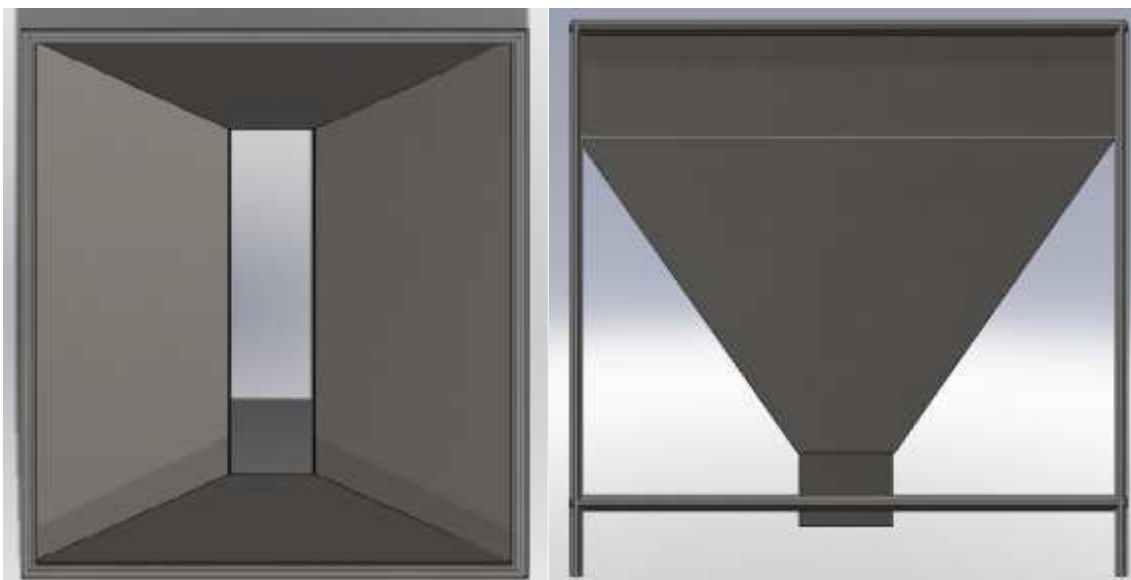


*Bild 12: Denna cellmatare drivs med en elmotor. Till denna cellmatare är det meningen att man skall installera en behållare på övre sida där man har råvara i. WAMGROUP(2011).*

## **7 Min lösning**

Jag har tillbringat tid i knådhusen för att få en inblick i de arbetskedan som pågår där. Jag har intervjuat arbetarna och arbetsledarna som jobbar i knådhusen för att få en uppfattning om var största problemet ligger. Mycket tid har gått åt till att fundera ut hur arbetet i knådhuset skulle kunna förenklas, både med tanke på ergonomin samt tidsmässigt. Då man ser på diagram 2 kan man konstatera att doseringen nu tar ca 1 minut. Detta innebär att ca 400 kg massa skall doseras ut under en kort tid. Detta har ställt stora krav på mitt arbete, eftersom doseringen inte borde få ta mera tid än tidigare.

Jag har då kommit fram till följande lösning. Vid kippning skulle massan först kippas i ett kärl som är format som ett v. Kärlet är v-format för att massan lättare skall doseras ut och inte bli och ligga kvar i kärlet. Kärlet skulle vara så stort att en hel sats med massa skulle kunna kippas dit på en gång, för att underlätta arbetet.



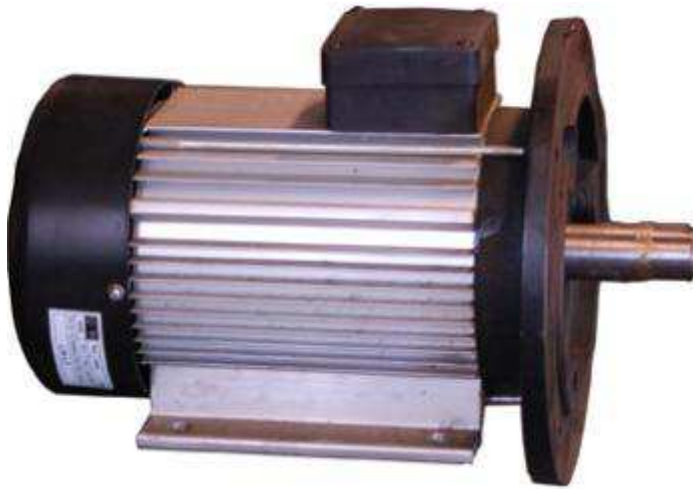
*Bild 13: Bilden visar hur jag tänkt mig att kärlet skulle se ut.*

Det V-formade kärlet kommer att vara upphängt i en travers i taket med hjälp av kedjor i varje hörn, för att underlätta hanteringen samt för att spara utrymme. Kärlet kommer att kunna förflyttas i höjdlid, sidolag samt framåt och bakåt. Kärlet kommer att förflyttas med hjälp av handkraft förutom i höjdlid. En elmotor kommer att användas för att förflytta kärlet i höjdlid. Elmotorn manövreras med fjärrkontroll som är fastkopplad med kabel i motorn. Elmotorn skall vara klassificerad med en kapslingsklass på minst IP 55.



*Bild 14: Så här kan en traverskran se ut. Man kan också se fjärrkontrollen med vilken man styr traversen. Pmh (2011).*

I botten på det v-formade kärlet är det tänkt att det kommer en cellmatare. Cellmatarens uppgift kommer att vara att dosera ut massan till lådorna. När knådkärlet kippas är det meningen att det v-formade kärlet skall köras framför kippanordningen, där en sats av massan tappas i kärlet. När kärlet är fyllt med massa kör man upp kärlet i luften och förflyttar det ovanför transportvagnen. När kärlet är ovanför transportvagnen kan man börja dosera ut massan till lådorna. Cellmataren startar du genom att trycka på och hålla in knappen som är tänkt att skall placeras vid kärlet. Nödstoppsknapp skulle också finnas installerad vid kärlet för säkerhets skull. Cellmataren drivs med en motor. För att driva cellmataren kan man använda sig av olika slags motorer. Jag hade tänkt mig att använda en elmotor för drivningen. Elmotorn skulle ha ställbart varvtal så skulle man få önskad fart på cellmataren och på så sätt kunna reglera doseringshastigheten, beroende på massan konsistens. Elmotorn bör i det här fallet ha en kapslingklass på minst IP55 och bör gärna vara ATEX-klassificerad.



*Bild 15: Så här kan en elmotor se ut som man driva cellmataren. Kelfri (2011).*



Vid tillverkning av sprängämnen i pulverform behövs detta kärl inte nödvändigtvis, eftersom detta fungerar bra som det är nu. Därför kommer kärlet att kunna köras i hörnet av knådhuset om så önskas. Vid service, underhåll och rengöring underlättar det mycket att kärlet kan styras åt de fyra olika hållen samt upp och ner. Ergonomin blir bättre och man får mera arbetsutrymme, då man kan ställa kärlets höjd och på detta vis skapa en bättre arbetsmiljö.

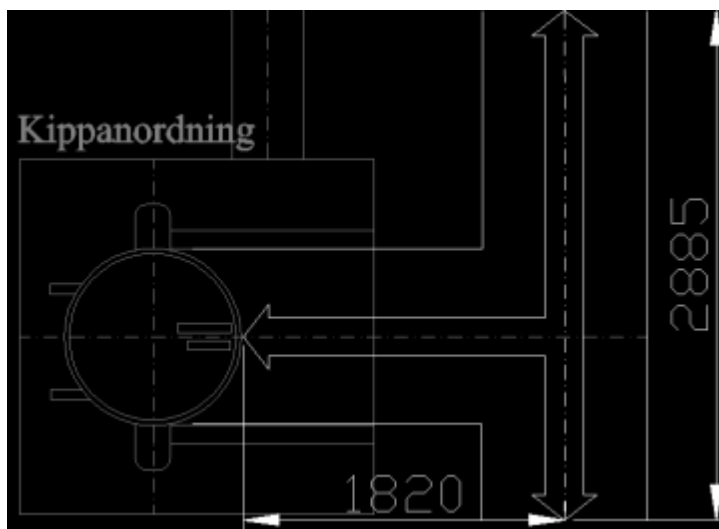


Bild 16: Illustration hur kärlet kommer att kunna röra sig i utrymmet.

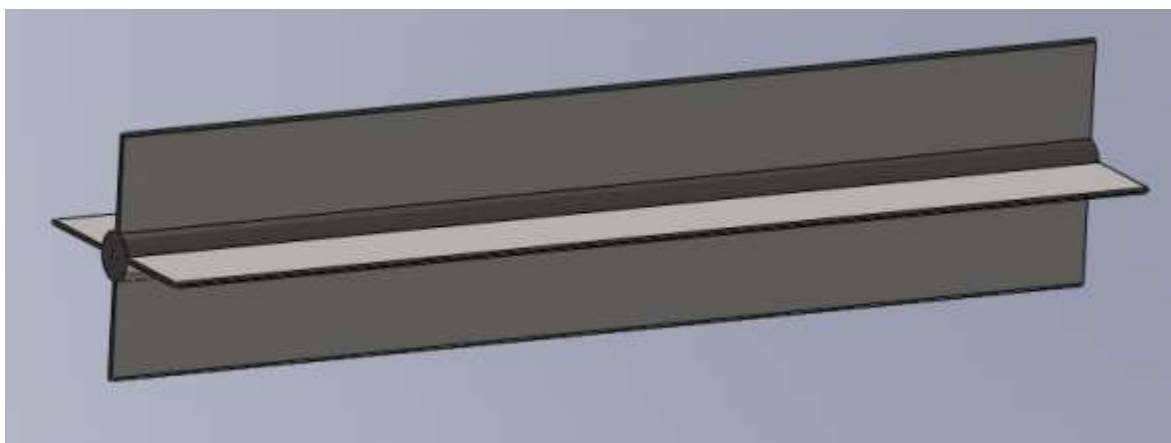


Bild 17: 3D-ritning av hur cellmataren enligt planerna skulle se ut.

Uträkningar för cellmatare

Dynamitmassans densitet är  $1,55 \text{ kg/dm}^3$

Cellmatarens radie =  $0,1 \text{ m}$

Cellmatarens längd =  $0,65 \text{ m}$

$$V = \pi \times r^2 \times l \quad (1)$$

Där  $V$  är volymen,  $r$  är cellmatarens radie och  $l$  är längden på cellmataren.  $V = \pi \times 0,1^2 \text{ m}^2 \times 0,65 \text{ m}$  som svar på denna ekvation får vi  $0,0204 \text{ m}^3$ . När vi nu vet volymen kan vi räkna ut hur mycket massa cellmataren klarar av att dosera ut. För att få ett tillförlitligt svar måste man räkna med dynamitmassans densitet enligt formel 2.

$$m = \delta \times V \quad (2)$$

Där  $m$  är massan är uttryckt i kg,  $\delta$  är ämnets densitet  $\text{kg/dm}^3$  och  $V$  är volymen i  $\text{dm}^3$ .  $m = 1,55 \text{ kg/dm}^3 \times 20,4 \text{ dm}^3 = 31,62 \text{ kg}$ . Det betyder att när cellmataren har gått ett helt varv runt så har den doserat ut  $31,62 \text{ kg}$ . Detta innebär att då cellmataren har gått 13 hela varv runt så har den doserat ut ca  $400 \text{ kg}$  dynamitmassa.

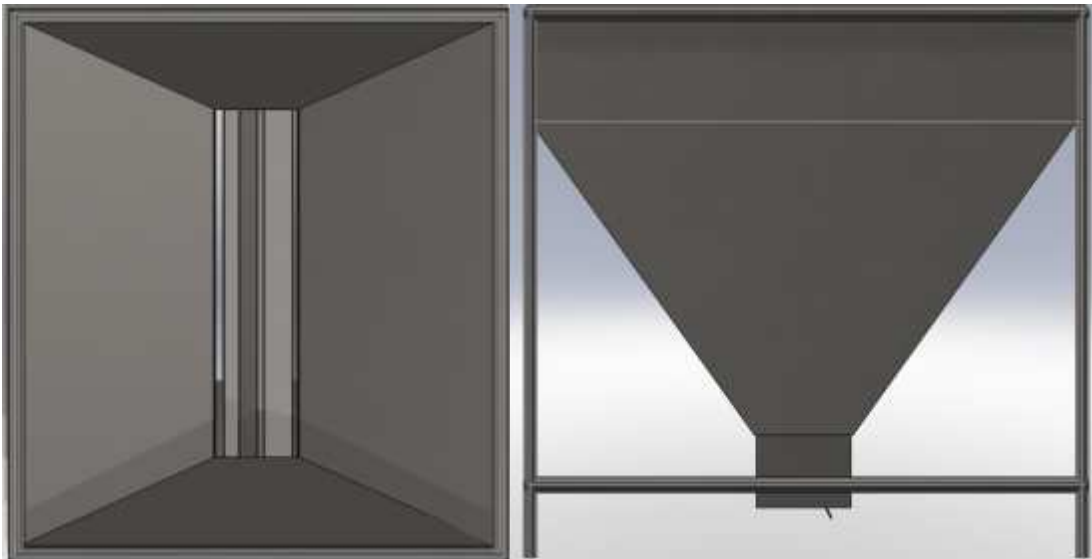


Bild 18: Bilden föreställer kärlet med cellmataren i botten.

Kärlets mått är följande: bredden är  $890 \text{ mm}$ , höjden  $750 \text{ mm}$  och längden  $980 \text{ mm}$ . På botten av kärlet där cellmataren är installerad är måtten följande, bredden är  $160 \text{ mm}$

och längden är 650 mm. Enligt Cad-programmet SolidWorks skulle kärlet med ovanstående mått rymma 320 liter dynamitmassa.

För att nu beräkna ut hur mycket dynamitmassa kärlet rymmer måste vi multiplicera med dynamitmassans densitet som är  $1,55\text{kg/dm}^3$ . Resultatet är då 496 kg dynamitmassa.

Förflyttningen av kärlet skulle göras med handkraft. Detta för att undvika att kärlet körs fel och krockar vilket lätt kan hända om man använder en motor. Även fast kärlet är fyllt med massa löper kärlet lätt p.g.a. fina lager i traversen. Förflyttningen skulle begränsas med hjälp av stoppare, för att underlätta hanteringen samt för att undvika att kärlet styrs på fel ställe. Stopparen skulle låsa kärlet så att man med säkerhet vet att det är på rätt plats så att man kan fylla kärlet med massa. Ytterligare en orsak till att jag vill använda mig av stoppare är att massan kan falla på golvet om kärlet inte är tillräckligt nära kippanordningen.

För att öka på säkerheten kunde givare användas. Det skulle finnas krav som måste uppfyllas vid kippning och förflyttning av kärlet. Givarnas uppgift skulle vara att berätta när det är möjligt att förflytta kärlet och börja dosera. En givare skulle berätta att det v-formade kärlet är plats. När givaren ger signal att kärlet är på plats, skulle det gå att starta kippanordningen. En annan givare skulle placeras vid kippcylindrarna. Denna givare skulle ge signal när knådkärlet är på marknivå, vilket gör det möjligt att förflytta det v-formade kärlet för dosering.

I framtiden går det lätt att automatisera hela förflyttningen av kärlet. Styrningen kunde skötas med programmerbara logiker. Det skulle gå enkelt att automatisera i efterhand eftersom givarna redan då skulle vara installerade så man skulle veta vilka villkor logiken skall uppfylla innan kärlet får förflytta sig.

## 8 Slutord

Som mål för detta arbete hade jag att hitta en fungerande lösning som skulle förenkla arbetet vid doseringen av massan. I början av planeringen hade jag tänkt mig att även behandla hanteringen av knådkärlet. Detta blev dock inte gjort eftersom doseringen av massan var det absolut viktigaste och tyngsta arbetsskedet enligt arbetstagarna.

Det finns säkert många olika lösningar som skulle underlätta och förbättra doseringen av massan. Det svåra är att bestämma vilken lösning som skulle fungera bäst. Jag koncentrerade mig på två olika förslag, cellmatare och matarskruv, men kom till sist underfund med att cellmatare skulle fungera bättre. Orsaken till att cellmatare i detta fall skulle vara ett bättre alternativ är att den klarar av att dosera ut en större mängd massa på en kortare tid. Själv tror jag att cellmataren kommer att fungera ypperligt i knådhusen.

## 9 Källförteckning

Arbetskyddscentralen (2004). *Arbetskydd ger välbefinnande och resultat*. Edita Prima OY.

Arbetskyddsförvaltningen <http://www.tyosuojelu.fi/se/ergonomi> (Hämtat: 26.3.2011)

Bergman, Bo & Klefsjö, Bengt (2007). *Kvalitet från behov till användning*. Studentlitteratur

Ekqvist, Jens (2007). *Tillämpning av EU:s maskindirektiv vid modernisering av patroneringsmaskin*. Yrkehögskolan Sydväst

Forcit 2011 <http://www.forcit.fi/> (Hämtat: 24.3.2011)

Prevent Arbetsmiljö i samverkan Svenskt näringsliv, LO & PTK (2007). *Ergonomi för ett gott arbete*. Solna: Åtta.45 Tryckeri AB

SUOMEN STANDARDISOIMISLIITO SFS 25.11.2010 *ISO 9004*

Suomen standardisoimisliitto SFS (2004). *SFS-käsikirja 140* Helsinki:SFS

TUKES (1980). <http://www.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/19800130> (Hämtat: 4.4.2011)

TUKES säkerhetsteknikcentralen (2003). ATEX EXPLOSIONSFARLIGA OMRÅDENS SÄKERHET. <http://www.tukes.fi/sv/Tjanstomraden/Kemikalier-och-gas/ATEX-direktiven/> (Hämtat: 13.4.2011)

Bildkällor:

Fibox (2011). <http://www.fibox.se/default.asp?path=446;469;665;1110> (Hämtat 13.4.2011)

Ljungsmide (2011). [www.ljungsmide.se](http://www.ljungsmide.se) (Hämtat 13.4.2011)

Pmh international (2011). [www.pmh.se](http://www.pmh.se) (Hämtat 13.4.2011)

Tawi (2011) [www.tawi.com](http://www.tawi.com) (Hämtat 13.4.2011)

Wamgroup (2011). [http://www.wamgroup.eu/ingrandimento.htm?cgi-bin/prodotto\\_foto/RVS\\_photo.jpg&](http://www.wamgroup.eu/ingrandimento.htm?cgi-bin/prodotto_foto/RVS_photo.jpg&) &  
[http://www.wamgroup.com/ingrandimento.htm?cgi-bin/prodotto\\_foto/CX.jpg&](http://www.wamgroup.com/ingrandimento.htm?cgi-bin/prodotto_foto/CX.jpg&)  
 (Hämtat 13.4.2011)

