

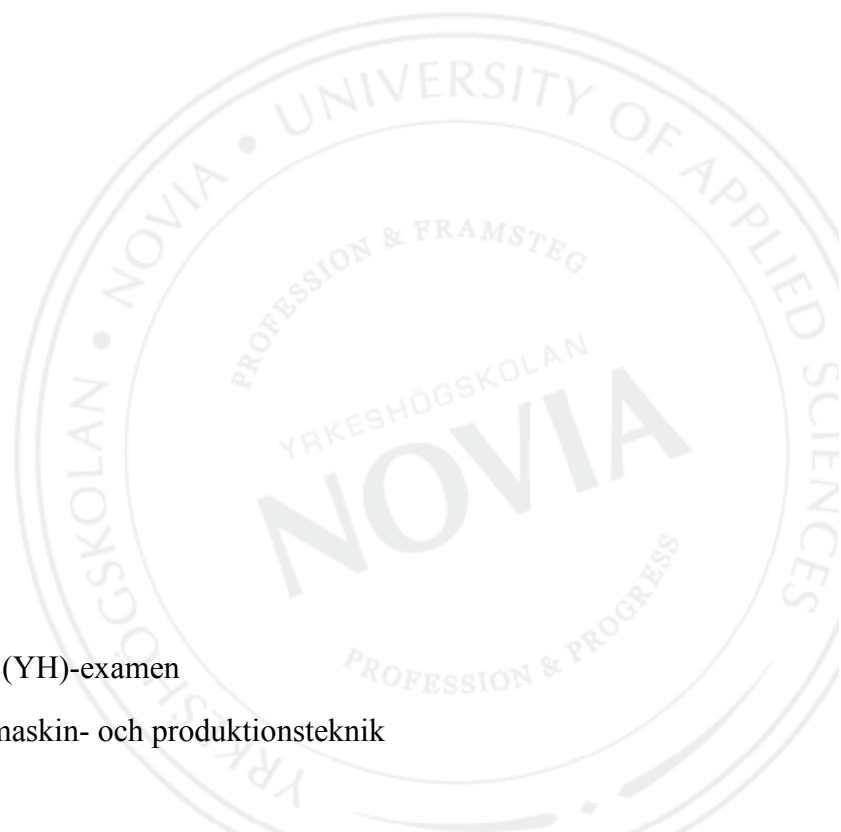
# **Utveckling av struktur och skydd för fläsningsmaskinen T-Drill F-200.**

Petter Isolammi

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik

*Vasa 2013*



## EXAMENSARBETE

Författare: Petter Isolammi  
Utbildningsprogram och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa  
Inriktningsalternativ: Maskinkonstruktion  
Handledare: Pasi Pirilä och Mikael Ventin

Titel: *Utveckling av struktur och skydd för fläsningsmaskinen T-Drill F-200*

---

Datum 28.4.2013

Sidantal 28

---

### Abstrakt

Det här examensarbetet gjordes på uppdrag av T-Drill Oy. Uppgiften gick ut på att utveckla strukturen och skydden för T-Drills fläsningsmaskin F-200. Syftet med uppgiften var att skapa en 3D-modell av F-200 för att enklare kunna utveckla och skräddarsy maskinen. Nya skydd skulle konstrueras eftersom de gamla var dyra att tillverka samt svåra att montera. Dessutom gjordes ändringar i strukturen så att monteringen av maskinen skulle underlättas.

Arbetet gjordes med hjälp av CAD-programmet SolidWorks, där skapades 3D-modeller, sammanställningar och ritningar. Resultatet blev en fullständig 3D-modell, nya skydd och underlättad montering. Arbetet uppfyllde alla de krav som hade blivit satta.

---

Språk: svenska

Nyckelord: SolidWorks, fläsningsmaskin, skydd

---

## **OPINNÄYTETYÖ**

Tekijä: Petter Isolammi  
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vasa  
Suuntautumisvaihtoehto: Koneensuunnittelu  
Ohjaajat: Pasi Pirilä ja Mikael Ventin

Nimike: *T-Drill F-200 putken laipoituskoneen rakenteen ja suojausten kehittäminen.*

---

Päivämäärä 28.4.2013

Sivumäärä 28

---

### **Tiivistelmä**

Tämä lopputyö on tehty T-Drill Oy:n toimeksiannosta. Tehtävänä oli kehittää T-Drill F-200 putken laipoituskoneen rakennetta ja suojausta. Tavoitteena oli luoda 3D mallit ja rakenteet F-200 laipoituskoneesta sellaisiksi, että koneen kehittäminen on jatkossa helpompaa sekä tehdä asiakasräätelöinnit yksinkertaisemmiksi. Tehtävänä oli myös uusien konesuojien suunnittelu, koska vanhat suojat olivat kalliit valmistaa ja hankalat asentaa. Lisäksi koneen rakenteeseen tehtiin asennusta helpottavia muutoksia.

Työ suoritettiin SolidWorks CAD-ohjelman avulla, jolla luotiin 3D-malleja, kokoonpanoja sekä piirrustuksia. Lopputuloksena saatiin koko koneesta täydelliset 3D-mallit, kokoonpanopiirustukset, uudet konesuojat sekä kokoonpanoaikaa saatiin lyhyemmäksi. Työssä saavutettiin kaikki sille asetetut tavoitteet.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: SolidWorks, laipoituskone, suojaus

---

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Petter Isolammi  
Degree programme: Mechanical and Production Technology, Vasa  
Specialization: Mechanical Construction Systems  
Supervisors: Pasi Pirilä and Mikael Ventin

Title: *Development of structure and safety guards for the T-Drill F-200 flanging machine*

---

Date 28.4.2013 Number of pages 28

---

### **Abstract**

This Bachelor's thesis work was commissioned by T-Drill Oy. The task was to develop the structure and the safety guards for the T-Drill F-200 flanging machine. The purpose of the task was to create a 3D-model of the F-200 to simplify further development and customization of the machine. New safety guards were to be designed, because the old guards were expensive to manufacture and difficult to assemble. Furthermore, changes were made in the structure of the machine to facilitate the assembly.

The work was done using the CAD program SolidWorks, in which 3D models, assemblies, and drawings were made. The result was a complete 3D model, new safety guards and an easier assembly. The work met all the requirements that had been placed.

---

Language: Swedish Key words: SolidWorks, flanging machine, safety guards

---

# Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.1. Företagsbeskrivning.....	1
1.2. T-Drill F-200 .....	2
1.3. Bakgrund.....	3
1.4. Syfte.....	3
1.5. Avgränsning.....	3
1.6. Disposition.....	3
2. Teori.....	4
2.1. Standarder.....	4
2.1.1. SFS-EN ISO 12100 .....	4
2.1.2. SFS-EN 953.....	7
2.1.3. SFS-EN ISO 13857 .....	8
2.2. SolidWorks .....	9
2.3. Aton PDM och SolidPDM.....	9
2.4. Tillverkningsteknik.....	10
2.4.1. Bockning av plåt.....	11
2.4.2. Laserskärning av plåt.....	11
2.5. Konstruktion med avseende på montering.....	13
2.6. Design.....	15
3. Arbetsbeskrivning .....	15
3.1. Förberedelser.....	15
3.2. Krav.....	15
3.3. 3D-modellen .....	17
3.4. Konstruktion av skydd.....	18
3.4.1. Ekonomiska aspekter .....	18
3.4.2. Monteringsaspekter .....	19
3.4.3. Säkerhets aspekter .....	20
3.4.4. Utseende .....	21
3.5. Underlättande vid montering .....	21
4. Resultat .....	22
4.1. 3D-modellen .....	22
4.2. Skydden .....	23
4.3. Underlättande vid montering .....	27
5. Diskussion.....	27
6. Källförteckning.....	28

## 1. Inledning

I det första kapitlet beskrivs företaget och maskinen i fråga, T-Drill F-200 (Se figur 1). Senare förklaras bakgrunden till och syftet med examensarbetet. Därefter skildras tidigare forskningar inom området för detta examensarbete. Avslutningsvis redogörs avgränsningen samt arbetets disposition.



Figur 1. T-Drill F-200 fläsningsmaskin.

### 1.1. Företagsbeskrivning

T-Drill Oy är ett företag som tillverkar maskiner för rörbearbetning. Vid anläggningen i Laihela finns marknadsförings-, administrations-, produktutvecklings-, konstruktions-, inköps-, underhålls- samt monteringsavdelning. T-Drill har även en egen verkstad som finns i Storkyrö. Dessutom har företaget ett dotterbolag beläget i Atlanta, USA, vilket har som uppgift att upprätthålla marknadsförings- och underhållsverksamhet i Nord-, Central- och Sydamerika. Företagets huvudkunder är bl.a. VVS-, bil- och varvsindustrin. Vid T-Drill koncernen arbetar 90 personer, varav 11 av dem i dotterbolaget i Atlanta. T-Drill koncernens omsättning år 2011 var 8,7 miljoner €. Exporten utgör 97 % utav omsättningen. (T-Drill Oy, Tasekirja)

T-Drill Oy:s verksamhetsidé idag är att planera, tillverka och marknadsföra maskiner eller anläggningar som kan utföra bearbetningar på rör i egenskap av förgreningar, kapningar, beredningar och ändformningar. Under hela processen, dvs. från marknadsföring till leverans av produkten, upprätthåller företaget en nära kundorientering. (T-Drill Oy Laatukäsikirja)

## 1.2. T-Drill F-200

Flänsningsmaskinen T-Drill F-200 är en rörbearbetningsmaskin som T-Drill tillverkat och marknadsfört sedan 1990-talet. Huvudsyftet med maskinen är att kunna skapa rörkopplingar utan att använda sig av traditionella svetsade flänsanslutningar. F-200 formar en läpp på röränden med hjälp av ett verktyg som roterar och pressar. När röränden är formad och kombinerad med en rörlig fläns och packning är det möjligt att skapa en fullständig och tät rörkoppling. Figur 2 beskriver en rörkoppling enligt denna metod.



*Figur 2. Snitt av en rörkoppling skapad med F-200 och rörliga flänsar.*

De positiva aspekterna för användandet utav kopplingar med rörliga flänsar gentemot svetsade flänsar är många. En viktig aspekt är minskade kostnader vid tillverkning, eftersom man behöver varken svetsa eller röntga. Rörliga flänsar sänker dessutom installationstiden då dessa eliminerar problemen vid bulthålspositionering.

F-200 kan förutom flänsning även utföra vidgning, expanderings och fasning på rör med en yttre diameter upp till 220 mm och en vägg tjocklek upp till 8 mm.

(T-Drill)

### 1.3. Bakgrund

Flänsningsmaskinen F-200 är konstruerad i början på 1990-talet med den tidens synsätt. Konstruktionen är i huvudsak fullständigt användbar, men däremot är maskinens struktur opraktisk. Speciellt vid monteringen går det åt mycket tid att passa in komponenter, borrar av hål och dylikt. Man ville även underlätta för vidare planering av maskinen. Dessutom var maskinskyddet ytterst svårt att montera, opraktiskt, oergonomiskt, svårtillverkat och dyrt.

### 1.4. Syfte

Huvudsyftet med examensarbetet är att planera och konstruera ett skydd till flänsningsmaskinen F-200. Delsyftet är att underlätta vid montering, samt att få en fullständig 3D-modell av maskinen för att underlätta vidareutveckling av konstruktionen och/eller påbyggnader.

### 1.5. Avgränsning

T-Drill skräddarsyr sina maskiner enligt kundens behov. Det leder till att det finns många kundanpassade F-200 maskiner som har olika konstruktioner och påbyggnader. Detta examensarbete avgränsas till standardmodellen av flänsningsmaskinen F-200.

### 1.6. Disposition

- |                      |  |
|----------------------|--|
| 1. Inledning         | I det första kapitlet ger man läsaren en inblick i examensarbetet.                         |
| 2. Teori             | I det andra kapitlet beskrivs och redogörs för teoribasen som ligger bakom examensarbetet. |
| 3. Arbetsbeskrivning | I det tredje kapitlet redogörs för tillvägagångssättet för examensarbetet.                 |



4. Resultat I det fjärde kapitlet beskrivs det slutgiltiga resultatet och jämförs med kraven man ställde innan.
5. Diskussion I det femte kapitlet förs en allmän diskussion kring hela examensarbetet.

## 2. Teori

Här redogörs för de teoretiska aspekterna som har krävts för att göra detta examensarbete.

### 2.1. Standarder

Nedan följer en beskrivning om vad en standard är enligt CEN (European Committee for Standardisation)

*”A **standard** (French: Norme, German: Norm) is a technical document designed to be used as a rule, guideline or definition. It is a consensus-built, repeatable way of doing something.*

*Standards are created by bringing together all interested parties such as manufacturers, consumers and regulators of a particular material, product, process or service. All parties benefit from standardization through increased product safety and quality as well as lower transaction costs and prices.*

*A **European Standard** (EN) automatically becomes a national standard in all National Members.”*

*(CEN)*

#### 2.1.1. SFS-EN ISO 12100

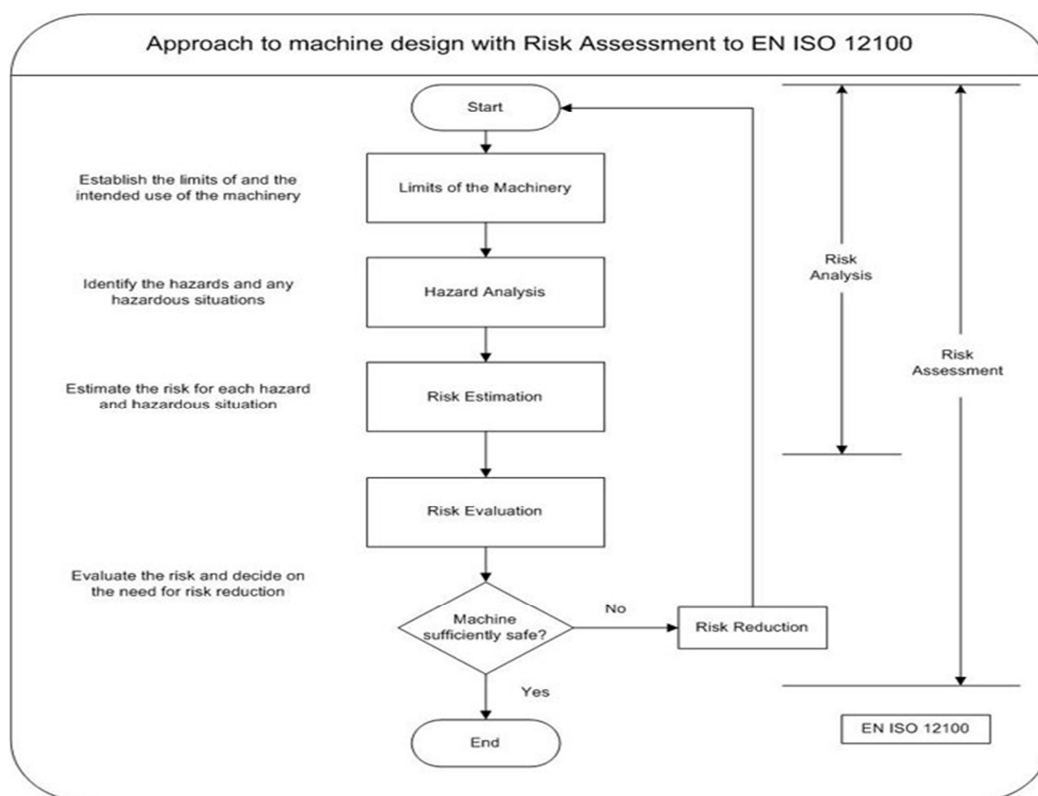
SFS-EN ISO 12100 Safety of machinery. General principles for design. Risk assessment and risk reduction. Det primära syftet med denna internationella standard

är att bistå konstruktörer med ett allmänt tillvägagångssätt för beslut vid utveckling av maskiner, som är säkra för dess avsedda användning. ISO 12100 ger även en strategi för de som skapar standarder, detta bl.a. genom hierarkisystemet.

Standarder som tillhör maskindirektiven uppdelas i tre olika hierarkier enligt A-, B- och C-typens standarder.

- A-typens standarder definierar maskinsäkerhetens grundfilosofi:
  - grundterminologins, riskbedömningens och säkerhetskonstruktionens principer.
- B-typens standarder behandlar grundinformation som behövs för en konstruktör, såsom kontroll och mätning av buller och vibration, ergonomi, säkerhetsutrustning och –avstånd.
- C-typens standarder innehåller enskilda maskiners eller maskingrupperns säkerhetskrav, vilka delvis utförs med hänvisning till A/B-typens standarder.

Enligt ISO 12100 börjar man med att göra en riskbedömning på maskinen ifråga och därefter följer man en trestegs konstruktionsmetod. Se figur 4.



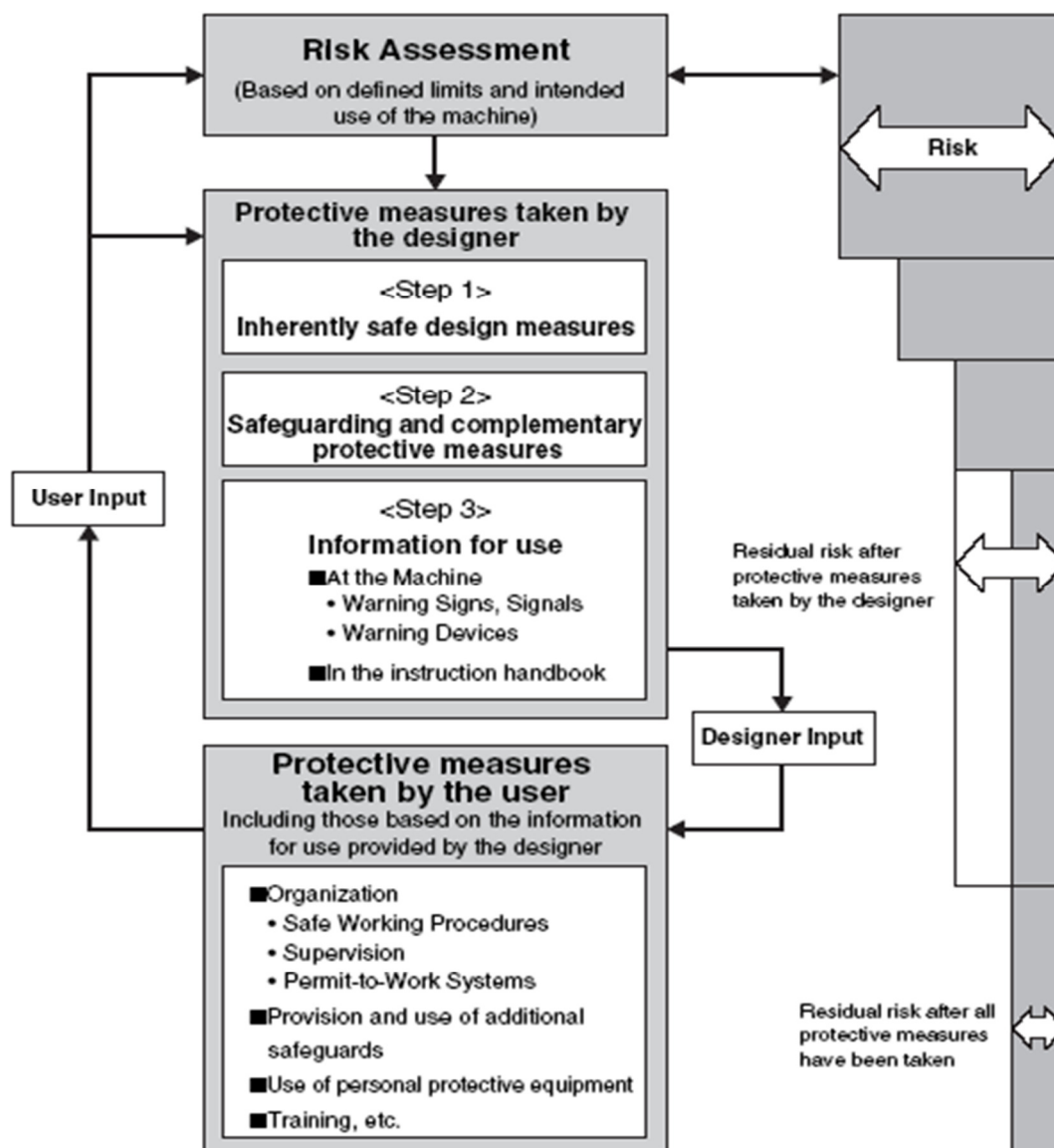
Figur 3. Illustration över riskbedömningsprocessen.

Riskbedömningen består av en riskanalys och en riskevaluering. Riskanalysen i sin tur är tredelad, man börjar med att fastställa maskinens gränser med hänsyn till alla faser av maskinens livscykel. Detta innebär att egenskaper och prestanda hos maskinen och tillhörande människor, miljö, omgivning, råmaterial och produkter bör identifieras som maskinens gränser. Därefter följer faroidentifiering som är en väsentlig del av maskinens riskbedömning. Det är en systematisk identifiering av möjliga förutsebara faror, farliga situationer och/eller farliga händelser under alla faser av maskinens livscykel. Den tredje och sista delen i riskanalysen är riskuppskattningen. Den ska genomföras för varje risksituation. Detta genom att gradera riskelementen för situationen. Riskelementen i sin tur är storleken/allvaret på skadan/skadorna samt sannolikheten att den identifierade faran skulle inträffa. När risk elementen är graderade kan man fortsätta med att bedöma risksituationen. Värdet för risksituationen är funktionen av storleken/allvaret på skadan/skadorna och sannolikheten att inträffa. När riskanalysen är färdig kan man påbörja riskutvärderingen som är den sista delen i riskbedömningen. I riskutvärderingen skall man bestämma om det krävs en riskreduktion och om det krävs, skall det bestämmas var och hur. Riskbedömningsprocessen finns illustrerad i figur 3.

När hela riskbedömningen är klar ska man börja med själva konstruktionsprocessen, där konstruktören ska införa skyddsåtgärder. Enligt ISO 12100 är processen tredelad och lyder som följande:

1. Först och främst eliminerar eller minskar man på riskerna med naturligt säkra konstruktionsåtgärder.
2. För att minska eller eliminera de kvarvarande riskerna använder man sig av skyddstekniska åtgärder som skyddsutrustning och skydd. Dessutom kan man ha ytterligare skyddsåtgärder i form av nödstopp, skyddade gångar osv.
3. Man ger information åt användaren exempelvis genom varningsskyltar och bruksanvisningar om de faror och risker som finns kvar trots konstruktions- och skyddsåtgärderna. Detta för att garantera en säker drift av maskinen.

För varje steg som gjorts enligt den tredelade konstruktionsprocessen kan man se att riskerna reduceras, se figur 4.



Figur 4. Riskreduktionsprocessen ur en konstruktörs synvinkel.

(SFS-EN ISO 12100,2010)

### 2.1.2. SFS-EN 953

SFS-EN 953 Safety of machinery. Guards. General requirements for the design and construction of fixed and movable guards är en B-typens standard. Innan man kan konstruera skydd som är lämpliga för det specifika maskineriet, är det oerhört viktigt att göra en riskbedömning av de olika faror som uppstår på grund av maskineriet. De saker man ska tänka på när man konstruerar skydden är bl.a. följande:

- Maskinella aspekter:
  - Åtkomst till farozonen: Skydden ska konstrueras så att rutinuppgifter som exempelvis smörjning, verktygsväxling, samt lastning och lossning

av arbetsstycket skall kunna ske säkert utan att öppna eller stanna maskinen.

- Oljud: Ifall det finns krav på bullernivå skall skydden konstrueras så att de dämpar oljudet från maskinen
  - Inneslutning av utslungade delar: Skydden skall konstrueras så att de förhindrar att splitter eller rester från ett haveri kommer ut genom skyddet.
  - Inneslutning av skadliga substanser: Exempelvis giftiga gaser.
- Mänskliga aspekter:
    - Säkerhetsavstånd: Se kapitel 2.1.3.
    - Ergonomi: Skydden skall vara lätta att öppna/stänga, handtagen skall vara på en lämplig position.

(SFS 93-3, s. 79–142)

### **2.1.3. SFS-EN ISO 13857**

SFS-EN ISO 13857 Safety of machinery. Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs är även den en B-typens standard. Den här standarden behandlar säkerhetsavstånd till farliga områden. För att en maskin skall anses som tillräckligt säker ska säkerhetsavstånden som finns i SFS-EN ISO 13857 uppfyllas.

Dimensions in millimetres

Part of body	Illustration	Opening	Safety distance, $s$		
			Slot	Square	Round
Fingerlip		$e \leq 4$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$\geq 10$	$\geq 5$	$\geq 5$
Finger up to knuckle joint		$6 < e \leq 8$	$\geq 20$	$\geq 15$	$\geq 5$
		$8 < e \leq 10$	$\geq 60$	$\geq 25$	$\geq 20$
		$10 < e \leq 12$	$\geq 100$	$\geq 60$	$\geq 80$
		$12 < e \leq 20$	$\geq 120$	$\geq 120$	$\geq 120$
Hand		$20 < e \leq 30$	$\geq 650^*$	$\geq 120$	$\geq 120$
Arm up to junction with shoulder		$30 < e \leq 40$	$\geq 850$	$\geq 200$	$\geq 120$
		$40 < e \leq 120$	$\geq 850$	$\geq 850$	$\geq 850$

The bold lines within the table delineate that part of the body restricted by the opening size.

\* If the length of the slot opening is  $\leq 65$  mm, the thumb will act as a stop and the safety distance can be reduced to 200 mm.

Figur 5. Illustration samt tabell över rätkhåll för regelbundna öppningar.

Som figur 5 visar är måttet  $e$  antingen diametern på en rund öppning, sidolängden för en kvadrat eller den kortaste sidan på en öppning. (SFS 93-10, s. 19–63)

## 2.2. SolidWorks

SolidWorks är ett två- och tredimensionellt CAD- (Computer-aided design) program, vilket gavs ut 1995 av SolidWorks Corporation. Under utvecklingen av den första SolidWorks- versionen ställdes tre grundläggande krav: programmet skulle vara användarvänligt, fungera på operativsystemet Windows och priset skulle vara överkomligt. Det franska bolaget Dassault Systèmes köpte 1997 upp SolidWorks Corporation. I dagens läge använder 1,87 miljoner ingenjörer och 165,000 företag runt om i världen sig av SolidWorks, vilket har gjort det till världens populäraste CAD-program enligt The Sheffield Telegraph. (SolidWorks)

## 2.3. Aton PDM och SolidPDM

Product Data Management eller PDM är sättet som man hanterar informationen om en produkt vid utveckling, tillverkning och användning. Med hjälp av PDM-system finns

det t.ex. data om hur/var/när produkten skapas, lagras och återsöks. Dessutom kan produkten versionhanteras och olika informationsmängder kan relateras till varandra. (PDM)

Modultek är ett finskt företag som specialiserat sig inom mjukvaruindustrin och PDM-program. De är skaparna bakom programmen Aton PDM och SolidPDM.

Aton PDM är Finlands mest använda PDM-system. Systemet gör produktinformationen korrekt och enklare att hantera, vilket hjälper företaget att skapa bättre produkter och tjänster. Aton PDM är lämpad för hantering av data som genererats under produktutveckling och tillverkning, samt processen för förvaltning och användning av relaterade dokument.

SolidPDM är en objektbaserad, användarvänlig och samverkande lösning för datahantering, vilket gör arbetet med SolidWorks mer produktivt och i sin tur underlättar planeringsprocessen. Dokument, ritningar, 3D-modeller är alla anslutna till varandra i SolidPDM. Systemet ger även en tydlig bild av produkten, dess olika versioner samt dess struktur. SolidPDM och Aton PDM är dessutom samverkande PDM-system, dvs. det du sparar i SolidPDM kan även hämtas från Aton PDM och vice versa. (Modultek)

## 2.4. Tillverkningsteknik

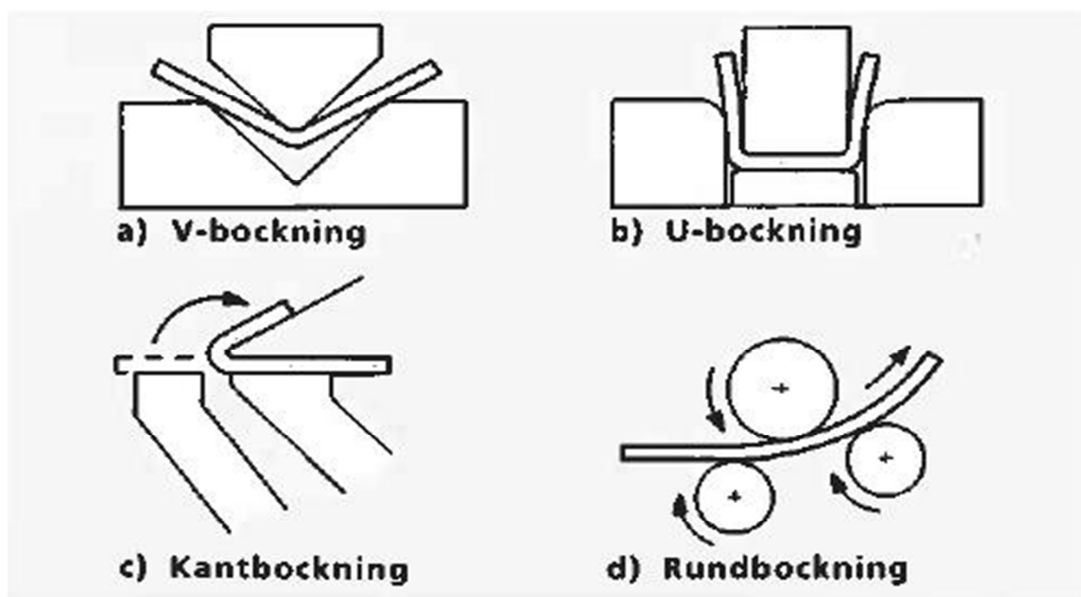
Enligt Wikipedia är tillverkningsteknik ”det praktiska tillvägagångssättet i en industriell process för att omvandla råmaterial till en färdig produkt.” De olika bearbetningsmetoderna inom tillverkningsteknik för metall delas upp i:

- gjutning
- fogning, ex. svetsning
- plastiskbearbetning, ex. böckning
- metallurgi, ex. framställning av legeringar
- skärande bearbetning, ex. laserskärning
- klippning, ex. stansning
- elektromagnetisk formning

(Tillverkningsteknik)

### 2.4.1. Bockning av plåt

Bockning är en plastisk bearbetningsmetod som är vanligast på tunnare plåtar, med tjockleken  $\leq 12$  mm. När man bockar har man ett undre fast verktyg och ett övre rörligt verktyg. Det övre verktyget pressar plåten med en sådan kraft att plåten tar en ny form. Kraften måste vara tillräckligt stor så att större delen av plåten överstiger sträckgränsen för materialet i fråga. Återfjädring är ett vanligt förekommande bekymmer vid bockning, vilket uppstår på grund av att hela materialet inte blir genomplasticerat, dvs. hela plåten överstiger inte sträckgränsen. De fenomen som påverkar återfjädringen är materialets hållfasthet och deformationshårdhet. Det som har störst inverkan på återfjädringen är sträckgränsen. Det bästa sättet att få reda på återfjädringen är genom provbockning. För att kompensera återfjädringen måste man överbocka, vilket innebär att man helt enkelt bockar en mindre/större vinkel och låter materialet återfjädra till det önskade måttet.



Figur 6. Olika bockningsmetoder, varav V-bockning är den vanligaste.

(SSAB Tunnpått AB, 1990, s. 5:11 – 5:15)

### 2.4.2. Laserskärning av plåt

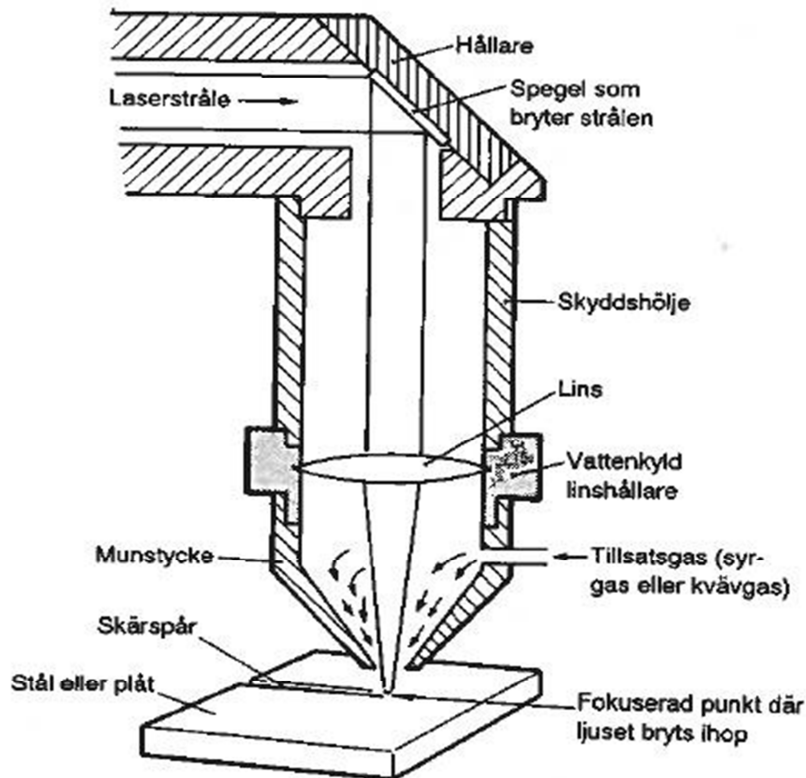
Laser har fått sitt namn från de engelska orden Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, som på svenska betyder ljusförstärkning genom stimulerad utsändning av strålning. Det som gör laserljuset unikt är fyra viktiga egenskaper. Den är mycket monokromatisk, vilket betyder att den nästan helt och hållet är enfärgad.



Laserstrålen har liten divergens, vilket betyder att strålnippet är parallellt och har dessutom liten spridning. Ljuset är dessutom koherent, det vill säga ljusvågorna är i fas med varandra. Den fjärde och sista egenskapen är hög effekttäthet. Dessa egenskaper har lett till att man kan koncentrera laserstrålen till en mycket liten area, vilket har resulterat i stor energikoncentration i skärpunkten. Detta har i sin tur gett oss helt nya skär- och bearbetningsmetoder.

Vid grovskärning används oftast en gaslaser. Vanligast bland gaslasrar är CO<sub>2</sub>-lasern i vilken en gasblandning cirkulerar och som innehåller koldioxid, kväve och helium. Detta gör att lasern får en effekt på flera kW och lämpar sig därför ypperligt till grovskärning. Fördelarna med laserskärning är många, bl.a. har den en hög skärhastighet, skärspåret blir mycket smalt, t.ex. på en 3 mm plåt blir skärspåret ca 0,2 mm. Om man jämför det med bandsågning och gasskärning av samma materialtjocklek får man ett skärspår på 1 mm respektive 3 mm. Med en laserskär kan man uppnå stor noggrannhet och den värmepåverkade zonen är liten i jämförelse med gas- eller plasmaskärning. Man kan även skära i många olika material. Den är även miljövänlig eftersom inga förbränningsgaser används. Det uppstår knappt heller någon slagg och man får väldigt fina skärytor med en laserskärmaskin.

(Hågeryd, Björklund & Lennet, 2002, s 330–335)



Figur 7. Skärning med laser.

(SSAB Tunnbrå AB, 1990, s. 5:8 – 5:10)

## 2.5. Konstruktion med avseende på montering

Konstruktörer har inte enbart en stor inverkan på kostnader och kvaliteten på produktionen av komponenter, de påverkar även kostnaderna och kvaliteten för montering. Kostnad och kvalitet för montering beror på monteringstyp, t.ex. manuell montering för hand eller automatiserad montering utförd av robotar. Antal arbetsmoment som krävs för montören/roboten samt hur dessa genomförs är också betydande faktorer som påverkar kostnad och kvalitet. Monteringstypen och antal arbetsmoment beror i sin tur på strukturen för produkten, formgivningen samt typ av produktion, t.ex. serie- eller enstatatillverkning.

Redan vid planeringsfasen bör man tänka på monteringen. En produkt som är lätt att montera kan uppnås när arbetsmomenten för monteringen är:

- Strukturerade:
  - Man delar upp i mindre montage som sedan sätts ihop i den slutgiltiga monteringen. Man skall undvika produktionsmoment vid montering.
- Reducerade:
  - Utföra flera arbetsmoment samtidigt.
- Standardiserade:
  - Man monterar alla komponenter i enhetlig riktning inom ett mindre montage.
- Förenklade:
  - Begränsa monteringen.

De produkter som uppfyller kriterierna ovan leder till minskade kostnader eftersom monteringsprocessen är förbättrad, dessutom har produktkvaliteten ökat av den orsaken att monteringen är klarare och enklare att kontrollera. En sammanställning som bygger på denna princip klarar sig med mindre komponenter och/eller är standardiserade.

De riktlinjer som finns för konstruktion med avseende på montering innehåller fem steg som skall beaktas vid lämpliga skeden av planeringen och konstrueringen.

1. Till kravlistan lägger man till de fordringar och önskemål som avgör eller inverkar på monteringen.
2. Leta efter metoder för att underlätta monteringen med hjälp av tekniska möjligheter i helhetsstrukturen.
3. Konkretisera sammanställningarna och de samverkande komponenterna, vilka avgör monteringsmetoden.
4. Granska det som åstadkommit vid steg tre ur ekonomisk och teknisk synvinkel, man skall särskilt uppmärksamma vilka monteringsmetoder som krävs.
5. En detaljerad monteringsinstruktion tillsammans med produktionsdokumenten skall förberedas och finnas tillhanda för montören. Detta inkluderar sammanställningsritningar både på underenheter och på den fullständiga produkten, lista över delar och övrig monteringsinformation. (Pahl, Beitz, Feldhusen & Grote, 2007, s 375–385)

## 2.6. Design

Ordet design som från sitt ursprung i latinet betyder att märka ut indikera och bestämma. Medan det i engelskan står för planering, att skapa mönster och ordning. Inom textil- keramik- möbel- och glasindustrin används begreppet formgivare framom designer. När det är fråga om industridesign handlar det om design av industriellt tillverkade produkter. Vid industridesign är det oftast ett eller flera team som är inblandade i designen och/eller produktutvecklingen. Exempelvis i ett sådant team kan finnas tekniker, ergonomer och personer inom produktion och marknadsföring. Stiftelsen Svensk industridesign har ett motto som förklarar hur en bra designad produkt är:

*”En produkt ska vara lätt att använda och det ska vara lätt att förstå hur den fungerar. Den ska dessutom vara hållbar, anpassad till människokroppen, skonsam mot naturen, ekonomisk att tillverka och sist, men inte minst, den ska vara vacker”.*

(Löfgren, 2002, s. 1–14)

## 3. Arbetsbeskrivning

### 3.1. Förberedelser

Examensarbetet inleddes med ett möte med produktionschefen Esko Ahtiainen och konstruktören Pasi Pirilä. Pirilä fungerar även som handledare vid detta examensarbete. Vid mötet klargjordes arbetets uppgift. Därefter följde en introduktion av CAD-programmet SolidWorks och de teorier och standarder som har krävts för att kunna genomföra detta examensarbete.

### 3.2. Krav

3D-modellen ska vara fullständig. För varje komponent skall det skapas en 3D-modell. Modeller för standardkomponenter såsom bultar, muttrar, lager osv. skall antingen hämtas från producenternas hemsida eller skapas. Detsamma gäller för inköpta komponenter eller system från underleverantörer, t.ex. växelmotorer och hydraulikaggregat. Modellerna för komponenterna skall därefter sammanställas till respektive underenheter. Underenheterna skall sammanställas till den slutliga och kompletta 3D-modellen av T-Drill F-200.

Det nya maskinskyddet skall konstrueras så att det blir billigare än den förra modellen, den skall även vara ergonomisk. Man skall kunna låsa fast dörrar och skyddshuven, vilka även skall förses med gränslägesbrytare så att maskinen stannar eller vägrar gå igång när något är öppet. Dörrarna och övriga delar utav det yttre skyddet skall tämligen enkelt kunna monteras bort ifall maskinen behöver någon form av underhåll. Det skall också vara enklare och mindre tidskrävande för montörerna att montera det nya skyddet jämfört mot det gamla. Dessutom skall elskåpet hamna på insidan av skyddet. Utseendet skall även beaktas. Sist men inte minst skall skyddet konstrueras så att maskinen uppfyller de säkerhetskrav maskindirektiven ställer.

Kraven angående underlättandet av monteringen är i sin helhet att monteringstiden skall reduceras med villkoret att priserna på komponenterna inte skjuter i höjden.

Kravlistan lyder:

3D-modellen:

- Vara fullständig.
- Sammanställas till underenheter.
- Underenheterna skall sammanställas till en komplett modell av F-200.

Maskinskyddet:

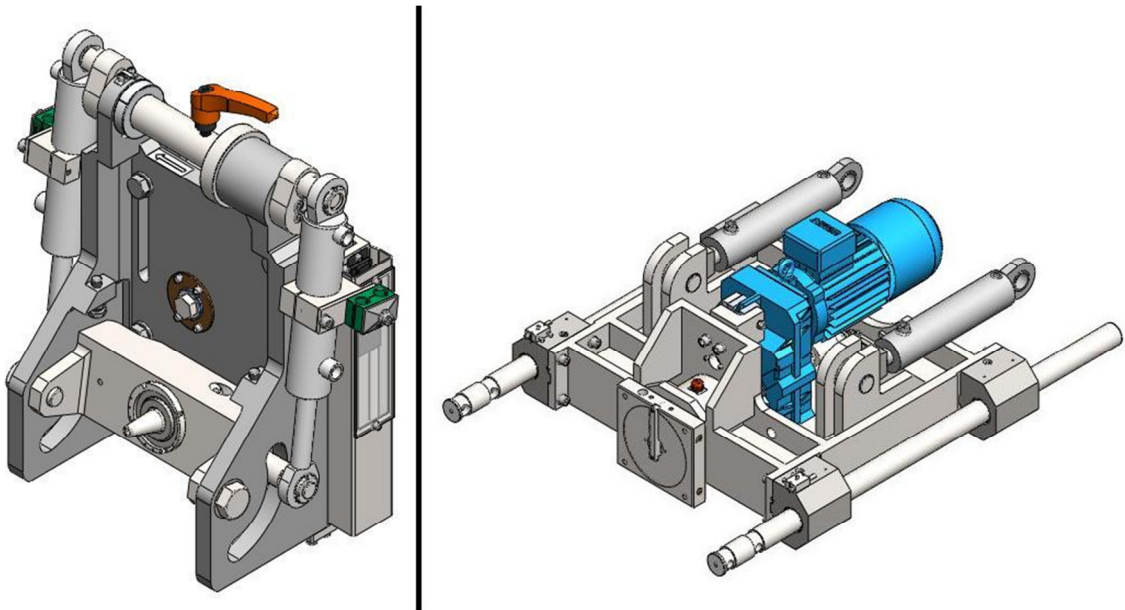
- Billigare än det föregående.
- Dörrarna och huven skall förses med lås och gränslägesbrytare.
- Enkelt att utföra underhåll på maskinen.
- Enklare att montera än det föregående.
- Uppfylla maskindirektivens säkerhetskrav.
- Ha ett respektabelt utseende.

Underlättande av montering:

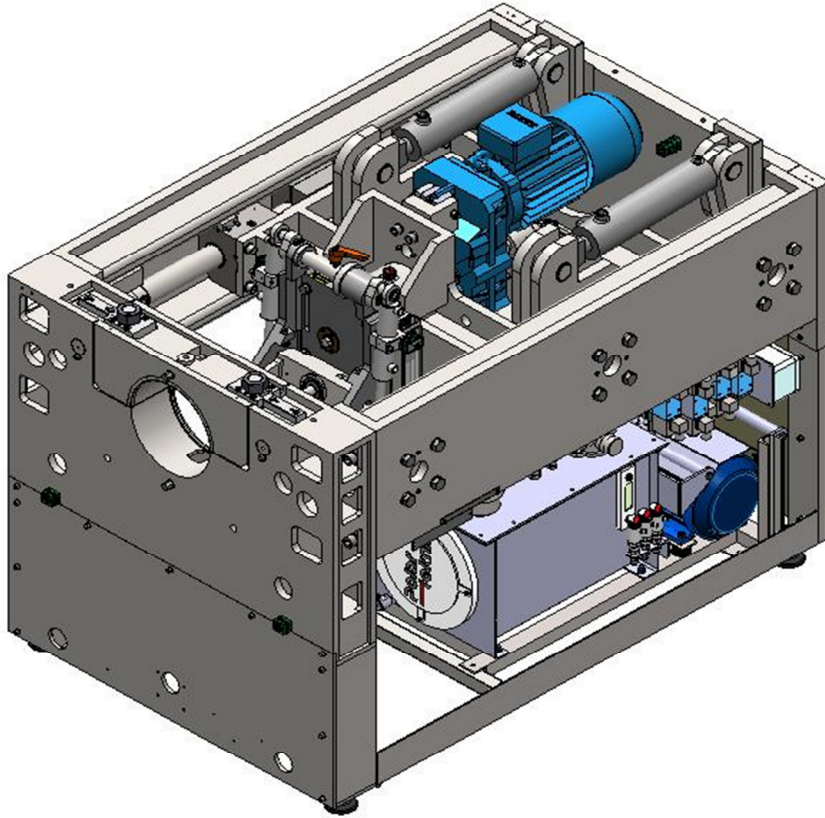
- Vunnen monterings Tid > Ökad tillverkningstid.

### 3.3. 3D-modellen

3D-modellerna ritades från gamla 2D-ritningar till 3D med hjälp av CAD-programmet SolidWorks och laddades upp till PDM-systemet. Då alla komponenter blev klara för en underenhet, lades komponenterna ihop och man kunde göra en sammanställningsmodell samt -ritning för underenheten. När alla underenheter var klara kunde man göra den slutliga sammanställningen av hela mekaniken för maskinen.



*Figur 8. 3D-modeller av underenheterna formningshuvud t.v. och kälke t.h..*



*Figur 9. 3D-modell av fläsningsmaskinens mekanik.*

### **3.4. Konstruktion av skydd**

När 3D-modellen för mekaniken var klar kunde man inleda konstruktionen för skydden. Detta för att enklare kunna planera skydden så att de passade in på maskinens yttre mekanik. För att så enkelt som möjligt kunna beskriva tankegången vid konstruktionen av skyddet, har beskrivningen delats upp i fyra aspekter, nämligen ekonomi, montering, säkerhet och utseende.

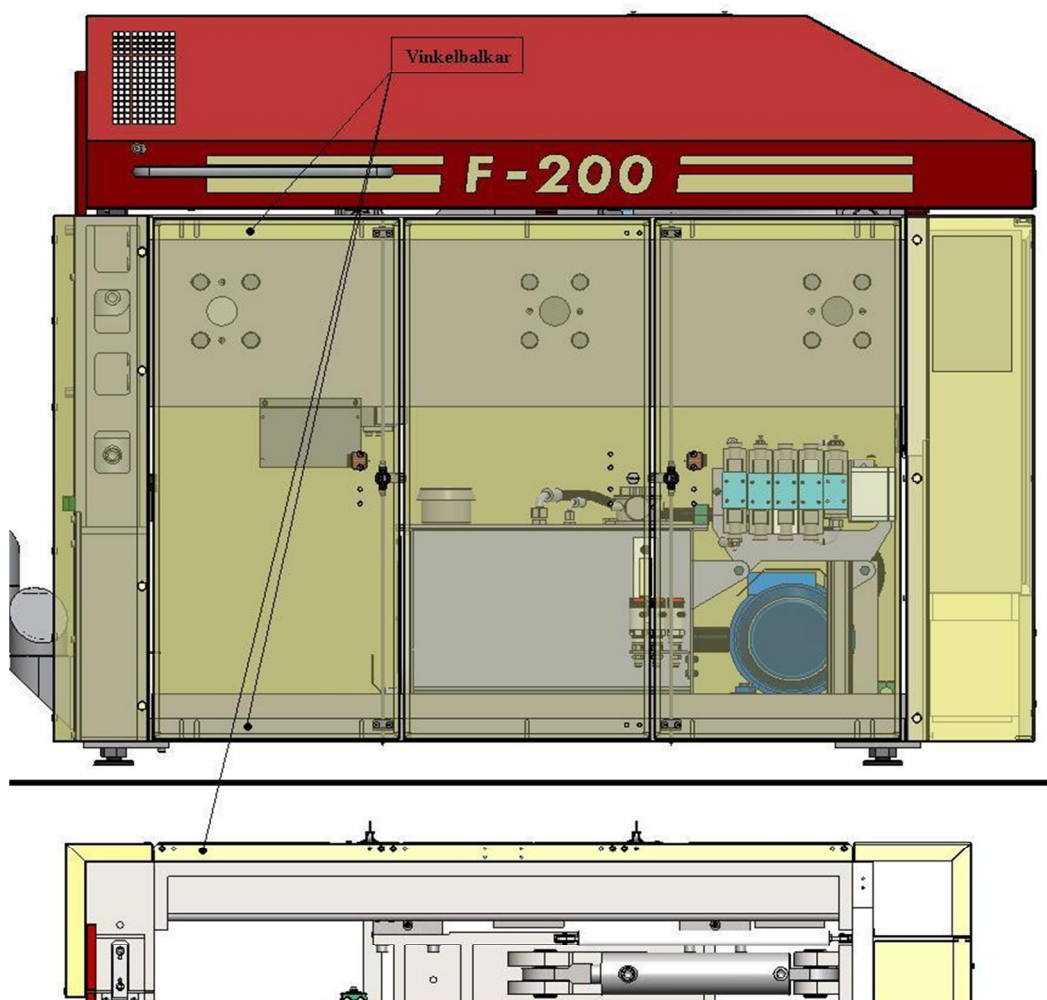
#### **3.4.1. Ekonomiska aspekter**

För att få ner priset på det nya skyddet minskades antalet ritningar. Ritningsantalet kunde minskas genom att göra komponenterna symmetriska, så att dessa kan roteras och fästas på andra ställen. Överflödiga hål har gjorts så att samma del kan passa på flera ställen, dvs. de hål som är överflödiga när komponenten sitter på ett ställe, används i stället då komponenten sitter på ett annat ställe. För att inte ha fula hål i skydden så sätts små plasttappar i de överflödiga hålen. De invecklade svetsade sammanställningarna som fanns på de gamla skydden har tagits bort och bytts ut mot enklare symmetriska delar. Användandet av billiga standardkomponenter i stället för svetsade eller bearbetade lösningar infördes. Ritningarna har planerats så att

tillverkningen skulle vara enklare och billigare, genom att man tagit bort överflödiga bockningar och svetsningar. För att sammanställa det hela har de enskilda komponenterna konstruerats så enkelt som möjligt, använts på så många olika ställen som möjligt och med så många funktioner som möjligt.

### 3.4.2. Monteringsaspekter

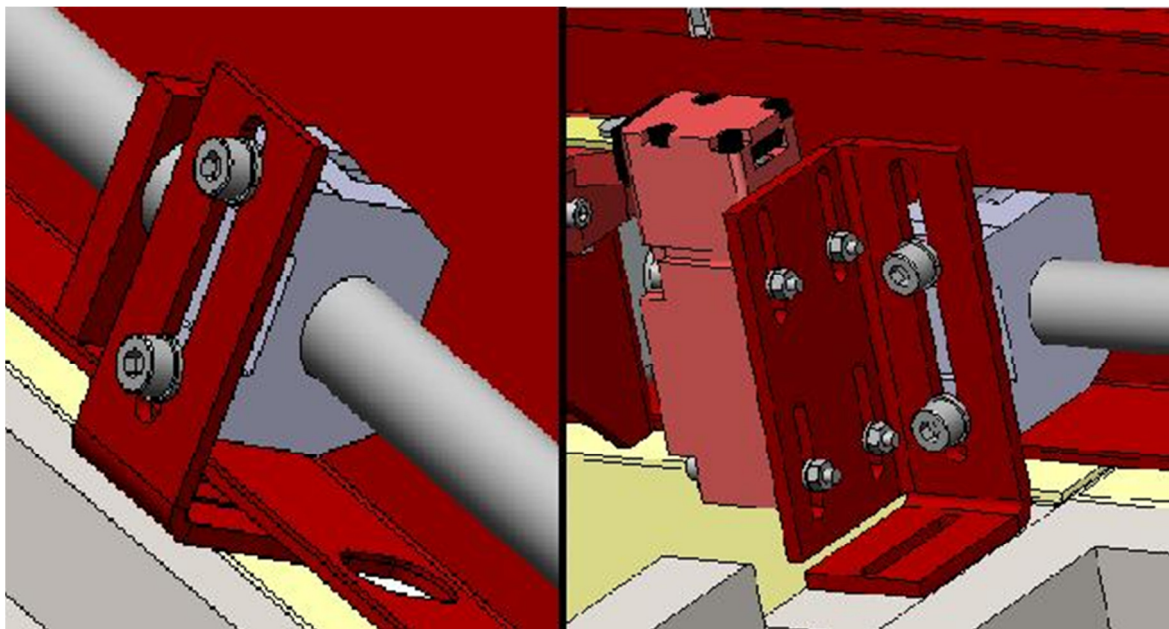
På grund av de stora toleranserna på den robusta ramen där skydden skall fästas, har man haft betydande svårigheter med att passa in skydden. Man kan heller inte lägga små toleranser på ramen, eftersom det är fråga om stora svetsade sammanställningar. För att lösa detta har man satt in två vinkelbalkar per långsida. Dessa balkar är enkla att montera fast i ramen. Ramarna är konstruerade med fina toleranser så att det skall vara enkelt att passa in sidoskydden. Se figur 10.



Figur 10. Övre bilden är sedd från sidan med transparenta sidoskydd. Nedre bilden är sedd ovanifrån med borttagen skyddshuv.



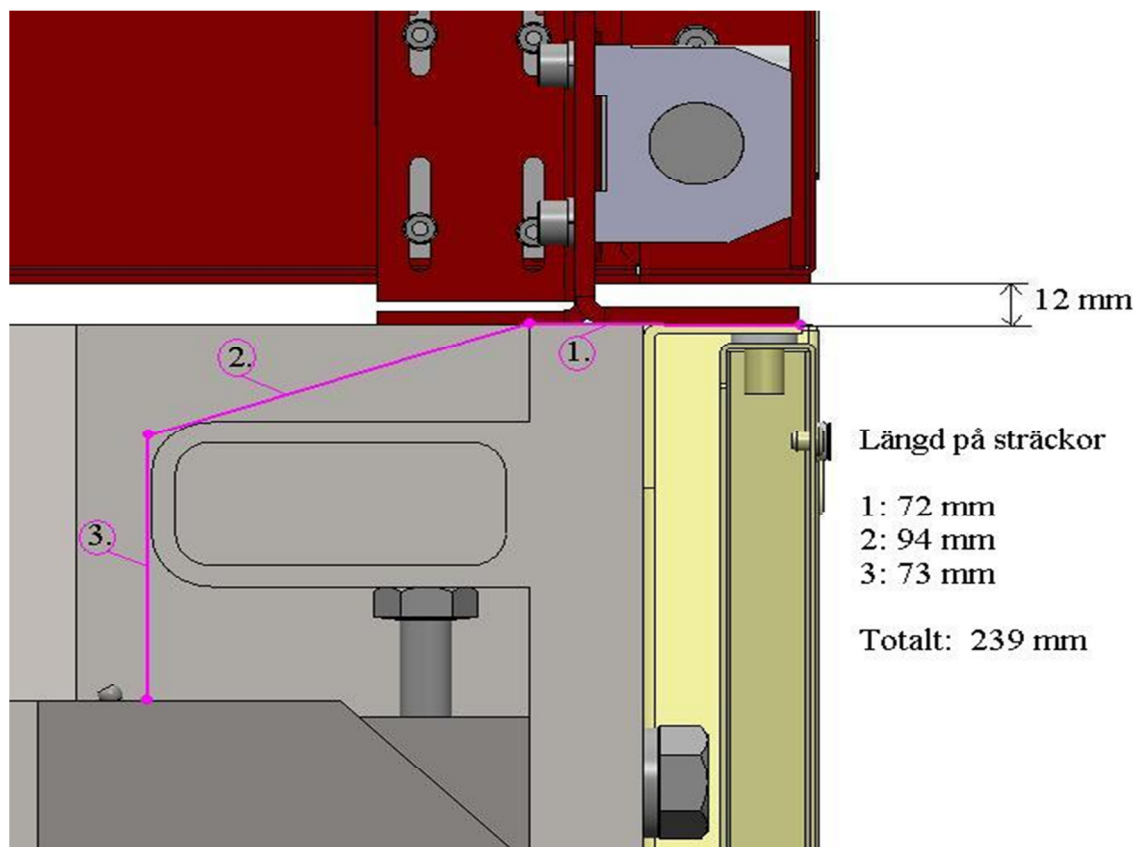
På de ställen där man är tvungen att använda sig utav ramen, har man tillsatt laserskurna spår i stället för borrade hål för att få justeringsmöjligheter. Detta syns bl.a. på vinkelbalkarna i figur 10 och i stödena till lagerholkarna figur 11. Eftersom spåren är laserskurna är de betydligt billigare än maskinbearbetade spår.



Figur 11. Stöd till lager holk t.v. och stöd till lagerholk och gränslägesbrytare t.h..

### 3.4.3. Säkerhets aspekter

Varje öppningsbar skyddskomponent har försetts med gränslägesbrytare. Utifall skyddshuven eller någon dörr lämnas öppen går inte maskinen igång, dessutom stannar maskinen ifall skyddshuven eller någon dörr öppnas vid drift. Skyddshuven har förutom gränslägesbrytare även försatts med en låsmekanism, som låser sig automatiskt när huven når rätt läge, den öppnas däremot manuellt. Det som även var viktigt att tänka på var säkerhetsavstånden, se kapitel 2.1.3 och figur 5. Den största springan i skydden när maskinen är i drift är den längsgående öppningen mellan sidoskydden och skyddshuven. Öppningen i fråga är planerad till 12 mm, men för att underlätta för montörerna har skyddet planerats så att en öppning upp till 20 mm godkänns. Som figur 12 visar är det 239 mm till närmaste rörliga del från springan. Enligt figur 5 i kapitel 2.1.3: Om öppningen är mellan 12 – 20 mm, så måste avståndet till närmaste rörliga del vara minst 120 mm. Detta gör att skyddena har en säker konstruktion med tanke på säkerhetsavstånden.



Figur 12. Illustration över avståndet från en öppning till närmaste rörliga del.

#### 3.4.4. Utseende

Utseendet på en industrimaskin är inte dess viktigaste egenskap, men det ger ett första intryck för kunden. Eftersom skydden är det första kunden ser måste de, förutom att vara funktionsdugliga och säkra, också vara snygga. Formen för skydden har gjorts så att den skulle likna på den större modellen av T-Drills flänsningsmaskiner, nämligen T-Drill F-400. Skyddshuven fick en liknande form som F-400. På den gamla skyddsmodellen stack elskåpet ut från maskinen. Elskåpet finns i den nya designen innanför skydden, precis som på F-400. Skydden pulvermålas i de klassiska T-Drill färgerna kiselgrå RAL 7032 och rubinröd RAL 3003, båda med effektyta. Dessutom läggs två klassiska T-Drill dekaler på bägge långsidorna längs sidoskyddena och två F-200 dekaler på skyddshuvens båda långsidor.

#### 3.5. Underlättande vid montering

Genom att reducera antalet produktionsmoment vid monteringen fick man bort en hel del arbetsinsatser vilket ledde till att monterings tiden förkortades. Istället för att

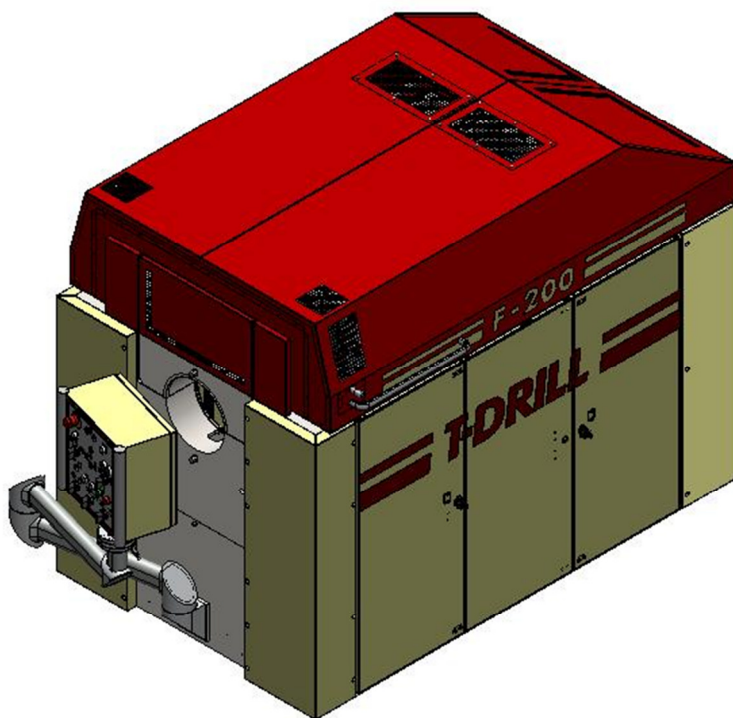
montörerna skall borra och gänga hål görs dessa nu vid tillverkningen av komponenten. De nya skyddena är planerade så att de skall vara enklare att montera än de tidigare skydden. Vissa sammanställningsritningar innehöll alldeles för många delar och var väldigt otydliga. Dessa delades in i flera mindre underenheter och separata sammanställningsritningar för att få tydligare ritningar och underlätta för montörerna.

## 4. Resultat

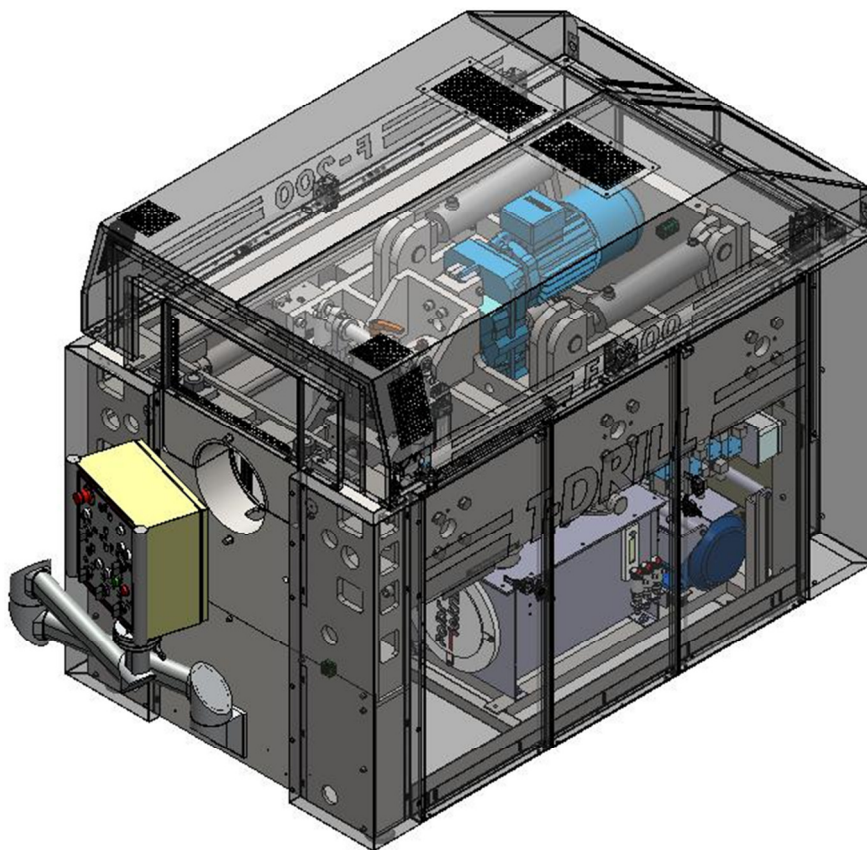
I det här kapitlet presenteras resultatet för examensarbetet, genom att jämföra resultatet med de krav som ställdes i början av arbetet.

### 4.1. 3D-modellen

Den fullständiga 3D-modellen uppfyllde alla de krav man ställt. Den innehåller sammanlagt nio underenheter, nämligen nedre ram, övre ram, front, kälke, formningshuvud, kontrollbox, sidoskydd, skyddshuv och hydraulaggregat.



*Figur 13. Fullständig 3D-modell av flänsningsmaskinen T-Drill F-200.*



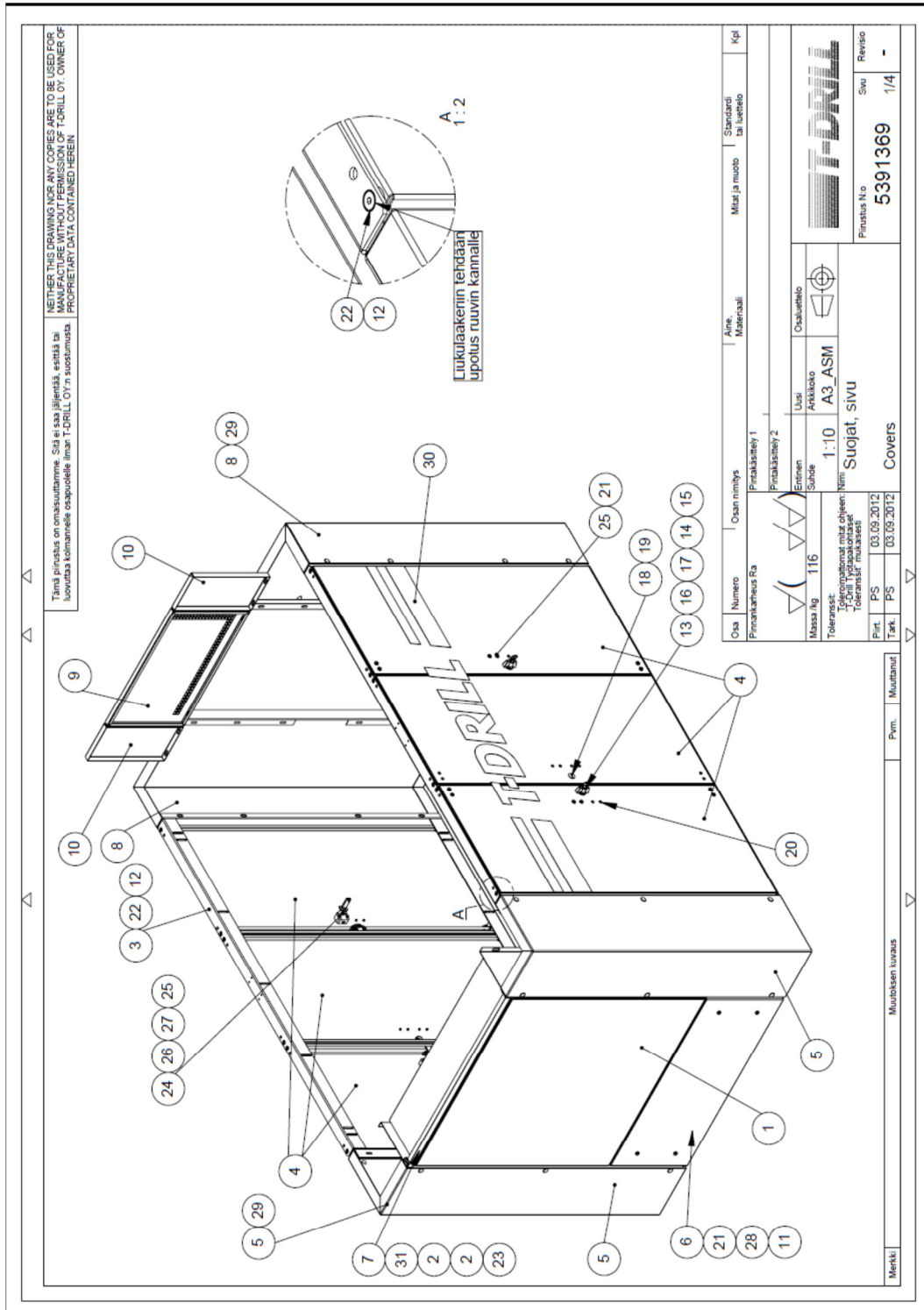
*Figur 14. Fullständig 3D-modell av flänsningsmaskinen T-Drill F-200 med transparenta sidoskydd och skyddshuv.*

## 4.2. Skydden

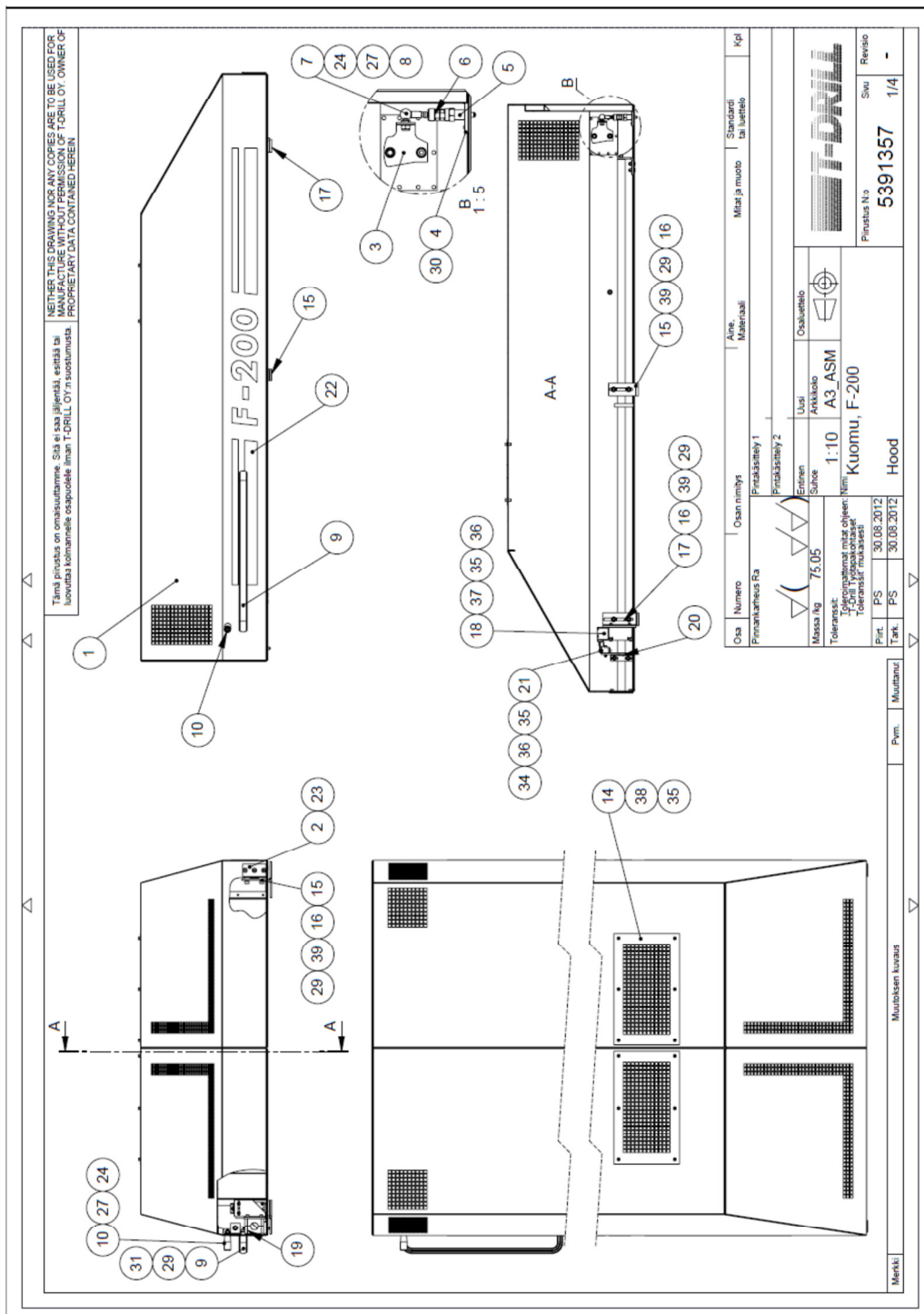
Skydden uppfyllde de krav man ställt. Eftersom man har bl.a. ca 70 % mindre svetsar i den nya modellen, mindre antal ritningar och generellt förenklat tillverkningsprocessen fick man ner tillverkningskostnaderna. Detta ledde till att de nya skydden blev billigare än de förra. Skydden är konstruerade enligt SFS-EN ISO 12100, SFS-EN ISO 13857 och SFS-EN 953, vilket gör att de är godkända enligt maskindirektiven. Det är enklare att utföra underhåll med de nya skydden, eftersom skyddshuven öppnar sig mer än på det tidigare skyddet, vilket gör att man har en större räckvidd att utföra underhåll. Enligt montörernas förman Pentti Kauppinen halverades monterings tiden med de nya skydden jämfört med de tidigare. Det uppstod dessutom inga komplikationer under monteringen menade Kauppinen. De nya skydden är målade i T-Drills klassiska färger och dekaler för att likna på resten av T-Drills produkter. Skyddena ser också bra ut när de är monterade och liknar på den större flänsningsmaskinen F-400. (Personlig kommunikation med Pentti Kauppinen, 20.3.2013)



*Figur 15. Färdig F-200 med de nya skydden.*



Figur 16. Sammanställningsritning över sidoskydden.



Figur 17. Sammanställningsritning över skuddshuven.

### **4.3. Underlättande vid montering**

Vid underlättandet av monteringen uppfylldes de krav som ställdes. Den vunna monterings tiden blev mycket större än de nya komponentpriserna. De nya sammanställningsritningarna är nu uppdelade i mindre och klarare underenheter, vilket även har underlättat för montörerna. Detta har även underlättat för kunderna när de skall beställa reservdelar, eftersom reservdelskatalogerna innehåller samma ritningar som montörerna vid T-Drill använder sig av.

## **5. Diskussion**

När arbetet inleddes förstod jag inte hur tidskrävande uppgiften var. Dessutom kom det under arbetets gång tilläggsuppgifter. När jag höll på att skapa 3D-modellen kom det fram att jag samtidigt kan ta bort produktionsmomenten från monteringen, t.ex. lägga till gänghål och dylikt på ritningarna. Enbart att göra dessa ändringar fordrade mycket tid, eftersom det var omständigt att göra ändringar i ritningarna och att sedan skicka ut dem till underleverantörerna. 3D-modellen var också mycket mer tidskrävande mot vad jag hade trott. Detta ledde till att konstruktionen av skydden blev jäktigt. Jag hade velat ha ett möte med montörerna angående skydden och visa mina modeller, ritningar och idéer åt dem för att få feedback, innan ritningarna skickades till underleverantörerna för tillverkning. Detta var dock inte möjligt på grund av tidsbrist.

Övrigt gick arbetet bra och var mycket intressant och lärorikt. Samarbetet mellan bägge handledarna fungerade bra. Jag fick svar och tips på de frågor och problem jag hade utav både Pirilä och Ventin.



## 6. Källförteckning

*T-Drill Oy, Tasekirja*

Tasekirja, T-Drill Oy, 2011

*T-Drill*

<http://www.t-drill.fi> (Hämtat 2.11.2012)

*CEN*

<http://www.cen.eu/cen/NTS/What/Pages/default.aspx> (Hämtat 10.11.2012)

*SFS-EN ISO 12100, 2010*

SFS-EN ISO 12100:2010, SFS, Helsingfors: SFS

*SFS 93-3*

SFS-KÄSIKIRJA 93-3, SFS, s. 79-142, 2010, Helsingfors: SFS

*SFS 93-10*

SFS-KÄSIKIRJA 93-10, SFS, s. 19 – 63, 2011, Helsingfors: SFS

*SolidWorks*

[en.wikipedia.org/wiki/Solidworks](http://en.wikipedia.org/wiki/Solidworks) (Hämtat 14.12.2012)

*PDM*

[sv.wikipedia.org/wiki/PDM](http://sv.wikipedia.org/wiki/PDM) (Hämtat 14.12.2012)

*Modultek*

[www.modultek.com](http://www.modultek.com) (Hämtat 14.12.2012)

*Tillverkningsteknik*

<http://sv.wikipedia.org/wiki/Tillverkningsteknik> (Hämtat 11.1.2013)

*Plåthandboken*, SSAB Tunnpå AB, s 5:11 – 5:15, 1990, Göteborg: Lygner Marknadskontakt AB

*Modern produktionsteknik Dell*, Lennart Hågeryd, Stefan Björklund & Matz Lennet, 2002, Stockholm: Liber AB

*Plåthandboken*, SSAB Tunnpå AB, 1990, Göteborg: Lygner Marknadskontakt AB

*Design- och produktutveckling*, Bo Löfgren, 2002, Stockholm: Liber AB

*Engineering Design*, G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen och K.-H. Grote, 2007, London: Springer.