

# **Automatisk borrarbete för keramiska cisterner**

Henrik Lindholm

Examensarbete  
Maskin och produktionsteknik  
2011

Henrik Lindholm

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Maskin och produktionsteknik
Identifikationsnummer:	
Författare:	Henrik Lindholm
Arbetets namn:	Automatisk borrar maskin för keramiska cisterner
Handledare:	Erland Nyroth
Uppdragsgivare:	IDO badrum Ekenäs fabriken
<p>Sammandrag:</p> <p>Gjorde mitt examensarbete på uppdrag av företaget IDO. IDO tillverkar sanitetsprodukter och är en del av Sanitec koncernen. Fabriken som examensarbetet gjordes på är belägen i Ekenäs. Examensarbetet gick ut på att konstruera en ny borrar maskin som skall borra cisternernas fastsättnings och vattenhål. Borrar maskinen måste kunna borra flere hål tillika och även uppfylla en hel del krav som jag erhållit av IDO. Mycket tid gick åt till funderas över hurudan maskin det kunde vara lämpligt att konstruera. Efter utslutas och noggrant övervägande återstod endast en lämplig modell. Sedan gällde det att konstruera borrar maskinen i ett Cad program, programmet var Autodesk inventor. Konstruerande tog mycket tid då Cad-programmet var nytt för mig, och krävde en hel del övning innan jag kom igång. Under konstruktionsskedet gällde det även att välja lämpliga komponenter till maskinen. Val av bland annat lager, motor, cylinder gjordes. Det gällde självfallet även att beakta komponenternas dimensioner vid Cad konstruerandet, så att allt passade samman vid ihop sättandet. Tyvärr ansågs inte behovet vara så stort för tillfället så den nya borrar maskinen konstruerades enbart i Cad. Borrar maskinen kan dock bli aktuell vid förändring i efterfrågan eller när cisterngjutningslinjen förnyas.</p>	
Nyckelord:	IDO, Sanitec, Borrar maskin, Lager, Lera, Cistern, Borring, Automatisk,
Sidantal:	37
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Kone ja tuotantotekniikka
Tunnistenumero:	
Tekijä:	Henrik Lindholm
Työn nimi:	Vesisäiliön automaattinen porakone
Työn ohjaaja:	Erland Nyroth
Toimeksiantaja:	IDO kylpyhuone Tammisaaren tehdas
Tiivistelmä:	
<p>Tein opinnäytetyöni IDO-yhtiölle. IDO valmistaa saniteettituotteita ja on osaa Sanitec konsernia. Tehdas sijaitsee Tammisaarella. Opinnäytetyöni tarkoitus oli suunnitella uusi porakone jonka tarkoitus on porata vesisäiliön kiinnitys- ja täyttö/tyhjennys reiät. Porakoneen täytyy osata porata monta reikää yhtä aikaa, ja samalla täyttää IDOn asettamat vaatimukset. Käytin paljon aikaa miettimiseen ja eri ratkaisujen löytämiseen. Huolellisen harkinnan jälkeen jäljelle jäi ainoastaan yksi sopiva malli. Suunnittelin ja piirsin porakoneen Autodesk inventor nimisellä ohjelmalla. Inventor oli minulle uusi ja ennestään tuntematon ohjelma ja sen oppiminen vei paljon aikaa. Suunnitteluvaiheessa oli myös hyvin tärkeää valita oikeat komponentit porakoneeseen. Muun muassa laakerit, moottori ja sylinterit piti valita ennen piirtämisen aloittamista tai viimeistään piirtäessä. Minun piti tietenkin ottaa huomioon komponenttien mitat ja kiinnitysmekanismit, niin että kaikki sopisivat yhteen kun kokoonpano tapahtuisi. Valitettavasti uuden porakoneen tarve ei tällä hetkellä ollut niin iso, että porakonetta olisi ryhdytty rakentamaan. Porakoneen rakentaminen voi tulla tarpeen kysynnän muuttuessa tai vesisäiliön valatuslinjan uusimisen yhteydessä.</p>	
Avainsanat:	IDO, Sanitec, porakone, laakeri, poraus, vesisäiliö, savi
Sivumäärä:	37
Kieli:	Ruotsi
Hyväksymispäivämäärä:	

MASTER'S THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Engine and production techniques
Identification number:	
Author:	Henrik Lindholm
Title:	Automatic clay drilling machine for watertanks
Supervisor (Arcada):	Erland Nyroth
Commissioned by:	IDO badrum ab Tammissaari factory
<p>Abstract:</p> <p>I made my thesis on behalf of the IDO company. IDO manufactures sanitary ware and are a part of the Sanitec Group. The factory that I did my thesiswork for is located in Tammissaari. The thesis was to construct a new drilling machine which had to be able to drill watertankmounting and watering holes. The Drillingmachine had to be able to drill several holes at the same time, and also meet a lot of requirements that I received by IDO. A lot of time was spent wondering about what kind of machine that could be useful to construct. After careful consideration and exclusion ther was only one appropriate model remaining. Then I constructed the drillingmachine in a CAD program, I used the program Autodesk inventor. Construction in CAD took a lot of time when the drawing program was new to me, and required a lot of practice before I got started. I also selected the appropriate components for the machine during the design phase . Selection of particular bearings, and engines was done. The components' dimensions were of course also taken into consideration during the constructioning in Cad, so that everything would fit together in the end. At the moment there were not so great demand on new toilets therefor the new drill was only constructed in Cad. The drill may be necessary if the change indemand or when they renew the tank casting part of the factory.</p>	
Keywords:	IDO, Santitec, drilling, watertank , clay
Number of pages:	37
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

# INNEHÅLL / CONTENTS

<b>1</b>	<b>INLEDNING .....</b>	<b>8</b>
1.1	Mål .....	8
1.2	Arbetsprocessen .....	8
1.3	Avgränsningar .....	9
<b>2</b>	<b>IDO Badrum Oy Ab .....</b>	<b>9</b>
2.1	Historik .....	9
2.2	IDO idag .....	10
2.3	Ekenäs fabriken .....	10
2.4	IDO's produkter .....	11
<b>3</b>	<b>Den befintliga bormaskinen .....</b>	<b>11</b>
3.1	Funktionsprincip .....	12
<b>4</b>	<b>Planering av nya maskinen .....</b>	<b>13</b>
4.1	Skena .....	14
4.2	Revolver .....	14
4.3	Robot .....	15
4.4	Borrning av cisternen i annat skede av tillverkningsprocessen .....	15
4.5	Modellen vi valde att gå vidare med .....	16
<b>5</b>	<b>Planering av borttagandet av borrester .....</b>	<b>17</b>
5.1	Sugkoppar .....	17
5.2	Befintliga systemet .....	18
5.3	Med hjälp av tryckluft .....	18
5.4	Med hjälp av luft och svängrörelse .....	19
5.5	Användning av roboten för att avlägsna resterna .....	19
5.6	Intelligent vakuum .....	20
5.7	Damsugare .....	20
5.8	Modellen som arbetades vidare med .....	20
<b>6</b>	<b>Konstruktion (CAD) .....</b>	<b>22</b>
6.1	Borrmönster .....	22
6.1.1	<i>Aniara</i> .....	23
6.1.2	<i>Trevi</i> .....	23
6.1.3	<i>Cera</i> .....	24
6.1.4	<i>Cera short</i> .....	24
6.2	Bormaskinen .....	25
6.2.1	<i>Bormaskinens basdel</i> .....	26

6.2.2	<i>Borrmaskinens lager del</i> .....	26
6.2.3	<i>Hela borrmaskinen</i> .....	27
6.3	Borrest borttagare.....	29
<b>7</b>	<b>Komponenter</b> .....	<b>29</b>
7.1	Lager.....	30
7.1.1	<i>Lagerhus</i> .....	30
7.1.2	<i>Val av lager till lyftbordet</i> .....	30
7.2	Kuggremmar och hjul.....	31
7.3	Drivkraft.....	32
7.4	Fötter.....	32
7.5	Borrbett och hållare till borrbett .....	33
7.5.1	<i>Vatten in</i> .....	33
7.5.2	<i>Vatten ut</i> .....	34
7.5.3	<i>Borrhållare och borr för fastsättning</i> .....	34
<b>8</b>	<b>Avslutning</b> .....	<b>35</b>
<b>9</b>	<b>Källor</b> .....	<b>37</b>
9.1	Figurkällor.....	38

Figur 1 Ekenäs fabriken flygfoto .....	10
Figur 2 Befintliga cisternborrmaskinen .....	11
Figur 3 Befintlig borrmaskin sett från sidan .....	13
Figur 4 Aniara borrmönster .....	23
Figur 5 Trevi Borrmönster .....	23
Figur 6 Cera Borrmönster .....	24
Figur 7 Cera short Borrmönster .....	24
Figur 8 Borrmaskin basdel .....	26
Figur 9 Borrmaskin lagerdel.....	27
Figur 11 Till vänster borrmaskinen sett från sidan och till höger sett framifrån. ....	27
Figur 12 Maskinen sett uppifrån.....	28
Figur 13 Maskinen i 3D-vy .....	28
Figur 14 Borrest borttagare .....	29
Figur 15 Lager till mindre borrar.....	30
Figur 16 Lager till stora borren.....	30
Figur 17 Glidlager SBT-F-25-28-35x21,5 (DETrading) .....	31
Figur 18 Skiss över fötterna. ....	32
Figur 19 Borrbett till vatten in borren, samt hållare till borrbettet. ....	33
Figur 20 Borrbett och hållare till stora borren.....	34
Figur 21 Borrbett och hållare till övriga borrar. ....	34

# 1 INLEDNING

Detta examensarbete är ett uppdrag för företaget IDO Badrum Ab. I arbetet kommer jag att försöka lösa vissa problem som finns i samband med borrhandet av hål i cisterner för toalett stolar, samt konstruera en ny bormaskin som förhoppningsvis löser vissa av problemen.

## 1.1 Mål

Målet med detta arbete är att planera, konstruera och bygga en ny bormaskin för borrhugning av hål i cisterner. Med en ny maskin vill man göra produktionen, bytandet av bormönster och inställande av borbett smidigare. Dessa är saker som idag kräver ganska mycket av den enskilda operatören.

Kraven på maskinen som skall byggas är ca ett halvt dussin till antalet, vissa viktigare än andra. Bormaskinen skall vara snabb, dvs. den skall kunna borra samtliga hål samtidigt i botten på cisternen. Detta är ett krav, som självfallet kan ändras på ifall det går att lösa så att hålen borrar enskilt utan att det drar ut på cykeltiderna. Justerbara brett är ett annat krav, det skall vara möjligt att relativt enkelt ändra avstånd mellan skärbetten, så att man får rätt avstånd mellan hålen. Bormaskinen skall dessutom vara smäcker, dvs. gärna ta mindre utrymme än den befintliga bormaskinen. Flexibilitet är även önskvärd hos den nya maskinen, det skall vara möjligt att byta hålborrhningsmönster utan att man är tvungen att byta ut hela maskinen. Bytet av borbett skall gå snabbt och enkelt, då ett borbett byts skall det inte behöva justeras in på något vis, utan maskinen skall gå att användas direkt.

## 1.2 Arbetsprocessen

Detta arbete kan delas in i olika skeden, var och ett av dem är relevanta för att nå ett gott slutresultat. Först görs en planering av hurudan den nya bormaskinen skall vara för att den skall fylla alla krav. Det är viktigt att ha en objektiv syn och komma med många förslag, så att man inte bara tar första bästa. Efter att planeringen är klar skall en kon-



struktion i CAD- program göras, där görs även ritningar så att bormaskinen kan konstrueras i ett senare skede. Då arbetet är såhär långt på väg är det dags att göra upp en lista på de komponenter som behöver skaffas för att bygga bormaskinen. Om behovet anses tillräckligt stort så beställs komponenterna och bormaskinen byggs på IDO's underhållsavdelning. Efter byggandet följer testkörning och installation av bormaskinen. Av dessa skeden tror jag att Cad ritandet kommer att vara det som tar mest tid. Det beror på att det är många delar som skall ritas, men även på att Cad programmet som kommer att användas är nytt för mig.

### **1.3 Avgränsningar**

I detta arbete kommer inte elinstallationer eller programmeringen av den nya bormaskinen att behandlas. Alternativa bearbetningsmetoder för lera kommer inte heller att behandlas.

## **2 IDO BADRUM OY AB**

### **2.1 Historik**

IDO badrum är ett finländskt företag vars rötter sträcker sig enda till slutet av 1800-talet, på den tiden tillverkade Arabia i Helsingfors sanitetsprodukter. Efterfrågan på sanitetsprodukter ökade och man var tvungen att utvidga produktionen, detta gjorde man genom att bygga en fabrik i Ekenäs. År 1969 öppnade Ekenäs fabriken med namnet Oy Wärtsilä Ab, Ekenäs porslin och två år senare flyttades hela verksamheten från Helsingfors till Ekenäs. Fabriken fick sitt nuvarande namn, IDO Badrum Ab år 1992, då började även uppbyggandet av det nya brändet IDO, från att tidigare ha använt sig av Arabia. (IDO 1)

## 2.2 IDO idag

IDO har i dagsläget ca 460st anställda. . IDO´s marknadsområden är Finland, Sverige, Norge, Ryssland och Baltikum. Företaget fungerar som ett eget företag i respektive länder, i Sverige genom IDO Badrum Ab, i Norge genom Porsgrund Bad A/S, medan IDO kylpyhuone Oy sköter om marknaden i Ryssland och Baltikum. Omsättningen rör sig omkring 100 miljoner euro, varav största delen kommer från sanitetsporlinet. IDO är idag en del av den världsomfattande badrumskoncernen Sanitec. (IDO 2)

## 2.3 Ekenäs fabriken

Ekenäs fabriken har ca 240st anställda sammanlagt på kontorssidan och fabriksidan. Fabrikshallen i Ekenäs är ca 5ha stor, belägen invid Pojovikens strand. I fabriken tillverkas det främst wc-stolar, tvättställ, och cisterner. Även en del mindre produkter som tvättställsfötter och pissoarer produceras där. Volymerna på de tre mest tillverkade produkterna årligen ligger för wc-stolar på ungefär 300 000st, för cisterner på ungefär 350 000st och för tvättställ på ungefär 200 000st.



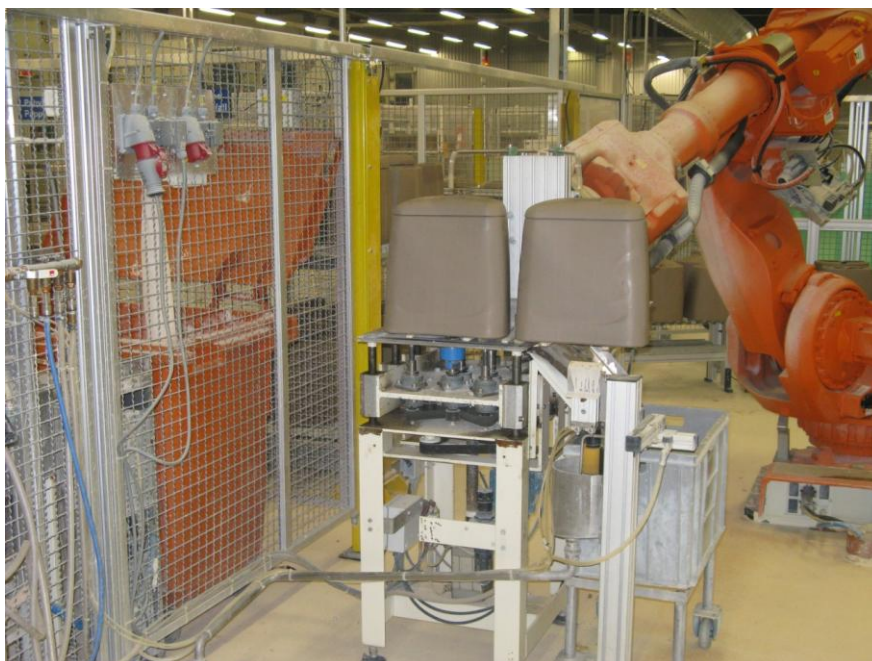
*Figur 1 Ekenäs fabriken flygfoto*

## 2.4 IDO´s produkter

Till IDO´s produkter hör duschar, badrumsskåp, badkar, bubbelbad, väggmonteringsprodukter, porslinsprodukter och badrumstillbehör. Det är enbart porslinsprodukter som tillverkas i Ekenäsfabriken, av dessa är det toalettstolar och lavoarer som är de mest tillverkade. Duschar tillverkas av IDO´s enhet i Sverige, bubbelbad tillverkas av ett till Sanitec hörande bolag i Danmark, medan badrumsskåpens tillverkning sköts av finländska kontraktstillverkare.

## 3 DEN BEFINTLIGA BORRMASKINEN

Borrmaskinerna som idag används för att borra hål i botten på cisternerna tar mycket utrymme och begränsar tillverkningen av cisterner i viss mån. Det är nämligen så att i varje cell var cisterner tillverkas så är det möjligt att gjuta 4 olika cisterner, med de befintliga borrmaskinerna är det dock enbart möjligt att borra 2 olika cisterner. Orsaken till att det inte är möjligt att köra flere olika cisterner i dagsläget är främst den att robotarmen som flyttar cisternerna inte har en så stor räckvidd att den skulle klara av att ytterligare borrmaskiner placerades i cellen. I nuläget kör man endast två cisterner med olika bormönster per cell, man använder sig dock av alla fyra gjutformarna, för att hålla produktionen uppe.



*Figur 2 Befintliga cisternborrmaskinen*

I framtiden vill man ha en möjlighet att kunna tillverka tre eller fyra olika cisterner per cell. Att tillverka tre eller fyra olika cisterner per cell verkar i dagsläget litet långsökt, men man vet aldrig hur efterfrågan och produktutbudet ändras i framtiden.

Det största problemet idag är dock bytet av bormönster, man drar sig från att byta cistern som tillverkas i cellen, för att det är så krångligt att byta mönstret. Vid byte av bormönster måste hela maskinen bytas ut mot en med ett annat mönster. Det är inte lätt då maskinen är stor och väger mycket, dessutom skall den varje gång ställas in på nytt vid byte vilket är mycket tidskrävande.

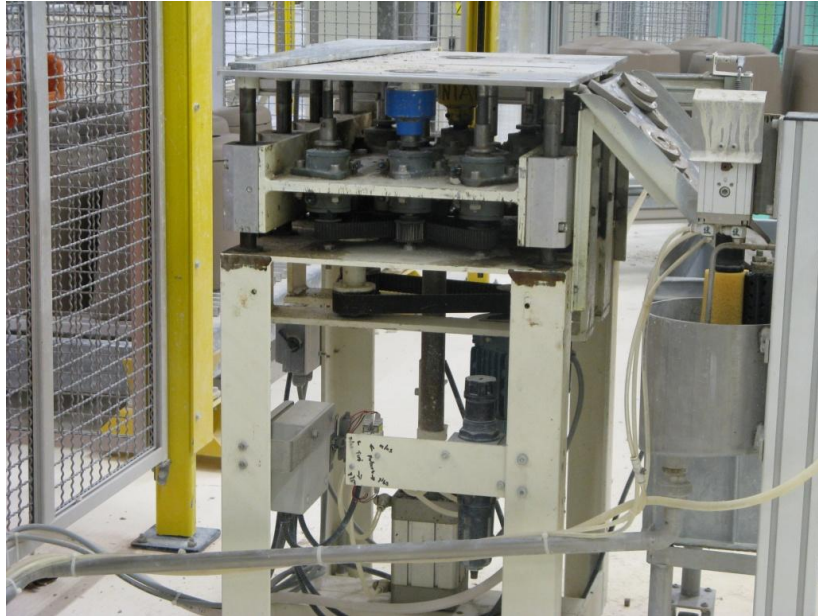
### **3.1 Funktionsprincip**

Bormaskinen har en elmotor som driver alla borrar med hjälp av drivremmar. Hastigheten på de olika borrarerna varierar ganska mycket, eftersom de är olika stora och drivs av en och samma rem. Det har dock inte visat sig vara något större problem att borrarernas hastigheter inte är bestämda.

Plattorna vart chuckarna och bormaskinen är fästa trycks upp med hjälp av en pneumatisk cylinder, som är placerad mitt under bormaskinen.

Som Borrarna fungerar slipade holkar, det är rör som är litet modifierade och västa. Holckarna har dessutom en tapp med en platta på inuti sig, så att de rester som uppstår vid borrarning inte skall falla ner på bormaskinen utan kunna forslas vidare till ett uppsamlingskärl. Resterna skuffas till uppsamlingskärl med hjälp av en triangelformad platta som dras över bormaskinen och tar med sig all kvarvarande lera. Den resterande leran sätts sedan in i processen igen och återanvänds, det görs det förövrigt med all lera som inte blir detaljer.

Efter avklarad borrarning poleras den borrarade ytan av en fuktig svamp, orsaken till att man gör detta är att man vill försäkra sig om att de sprickor som uppstår vid borrarning skall jämnas ut.



*Figur 3 Befintlig bormaskin sett från sidan*

#### **4 PLANERING AV NYA MASKINEN**

Vid planeringsskedet var det mycket som skulle beaktas, alla krav som erhållits på hur maskinen skulle fungera gällde det att hålla koll på. Sedan gällde det att komma med olika förslag till en lösning. De mest relevanta lösningarna som dök upp när det undersöktes hurudan maskin som skulle lämpa sig för borrar av hål i cisterner kommer att presenteras var och ett skilt för sig i följande stycken. I följande stycken redovisas även vilken lösning vi beslöt att jobba vidare på och varför.

Det fanns mycket hjälp att erhålla av tidigare forskningar, då de flesta av världens sanitetsprodukts tillverkare idag övergått till att använda sig av en innercistern i plast och på så vis inte behöver borrar mera. De företag som ännu borrar, så har inget dokumenterat om förfarandet. Det märktes även att man inom övriga industrier undviker borrar av flere hål samtidigt, och i mån av möjlighet används inte borrar alls då det anses vara en onödigt långsam metod.

## 4.1 Skena

Idén bygger på att man har ett bord, på vilket cisternen placeras för borrning. Oberoende av vilken modells cistern det är frågan om så används alltid samma bord. Det ända som rör på sig är bormönstren som går på en skena under bordet. Skenan stannar så att bormönstret som skall borraras blir under bordet och sedan sker borrarningen genom att hela skenan åker uppåt. Fördelar med ett system som går på skena är framför allt att man har alla bormönster tillgängliga hela tiden. Med ett system som detta vore det möjligt att till och med köra fyra olika cisterner per cell, och man skulle aldrig behöva byta bormönster. Nackdelarna med ett system på skena är inte många till antal, men väger ganska tungt. Största problemet är troligen hur man skall få bormaskinen att vara så exakt, toleranserna för borrhålen är  $\pm 1\text{mm}$ . Ett annat stort problem är avlägsnandet av borrester. Även utrymmesbrist i cellen är ett problem, då skenan skulle kräva att det fanns ganska mycket utrymme på bäge sidor av bormaskinen. En eventuell utvidgning av produkter i sortimentet kunde också ställa till problem.

## 4.2 Revolver

Idén att konstruera en bormaskin med bormönstren i stil med en revolver hade det diskuterats om på IDO redan innan detta examensarbete inleddes. Tanken på att använda sig av en maskin med revolver principen härstammar från hur vissa svarv maskiner i dagens värld är uppbyggda, så att verktygshållaren är en revolver. Bytet av verktyg sker enkelt tack vare revolvern som bara behöver snurra för att byta verktyg. På samma sätt undrade man nu om det var möjligt att ha de olika bormönstren som delar av revolvern, så att bytet av bormönster skulle gå lika enkelt som vid byte av svarvverktyg i en CNC svarv. Fördelarna med en revolver är i det stora hela samma som för skenan jag behandlade i föregående stycke. Den största nackdelen med ett system av revolvertyp är ifall sortimentet utökas, att få in ett nytt bormönster skulle vara nästintill omöjligt. En annan nackdel är noggrannheten, går det att garantera att revolvern alltid stannar på samma plats.

### **4.3 Robot**

Inom industrin används ofta robotar för borring av olika detaljer. Så varför inte även använda sig av en robot vid borring av cisternerna. Idén att använda sig av roboten i cellen för borring av cisternerna skulle vara bra, på det viset skulle roboten utnyttjas till sitt fullo. De negativa med att använda roboten som bormaskin skulle vara att cykeltiden kanske skulle förlängas, vilket inte är acceptabelt. Dessutom skulle vi behöva designa ett nytt verktyg för borringen och ändå vara tvungna att ha en bords yta som själva borringen äger rum på.

### **4.4 Borring av cisternen i annat skede av tillverkningsprocessen**

Att borra cisternerna i något annat skede av tillverkningsprocessen kunde även vara en lösning. Varför inte borra cisternen efter att den gått genom ugnen och glaseringen? Försök till detta har utförts i fabriken, men inte visat sig vara så lyckat som man hoppats på.

Fördelarna med att borra cisternen i ett senare skede av tillverkningsprocessen skulle vara att man inte skulle ha problem med hur krympningen som sker då cisternen går igenom ugnen inverkar på borrhålens positioner. Man vet hur mycket cisternen krymper då den går igenom ugnen och vid borringen beaktas självklart det, men det är ändå mycket som kan gå snett. Variation i ugnstemperatur eller skillnader i lerans kvalitet kan ställa till problem så att hålen i cisternen inte passar då det är dags att skruva fast den i wc-stolen. En annan fördel skulle vara att man skulle kunna minska tillverkningstiden för cisternen, då själva gjutningsprocessen idag lite fungerar som en flaskhals.

Nackdelarna som uppstår med borring i ett senare skede har visat sig vara få till antal men rätt så avgörande med tanke på kvaliteten. Borring av cistern efter att den gått igenom ugnen skulle kräva mycket av såväl bormaskin och skärbett. Problem som de på IDO upptäckt vid försök att borra cisterner efter att den åkt genom ugnen är bland annat att glaseringen tar skada och att små sprickor uppstår. Dessutom blir kvaliteten på borrhålen mycket högre om de borrar då leran ännu är mjuk. Man har även haft problem

med att botten på cisternen blivit vågformat då man kört cisternen igenom ugnen utan att ha borrar hål i den först. Av detta kan man dra slutsatsen att hålen i cisternens botten är relevanta för att en jämn kvalitet skall kunna erhållas.

#### **4.5 Modellen vi valde att gå vidare med**

Borrningen av cisterner är en känslig sak och det behövs inte mycket för att något skall gå snett. Därför är det viktigt att konstruera en bormaskin som inte har en massa rörliga delar ifall man inte kan garantera bormaskinens punktlighet. Idén med att ha ett bormönster som går att flytta på medför redan en sådan risk för felborrning att den förkastades redan i början, visst skulle det vara bra att kunna flytta borrarerna, men då finns alltid risken att de flyttas av sig själv under borrningen. Även de övriga alternativen verkade litet väl krångliga att förverkliga, och var de inte det så skulle problem i alla fall dyka upp vid utökning av sortimentet. Som modell för konstruktionen av den nya bormaskinen använde jag självfallet den gamla, den fungerar bra och har i princip inga störningar. Den nya bormaskinens funktionsprincip skall vara den samma som den gamla, men det skall vara möjligt att enkelt byta bormönster och även borbett, utan att några större justeringar behöver göras. Bytet av bormönster kommer att gå ut på att man byter hela plattan med lager samt övre plattan. Det ända som behöver göras är att skruva fast tapparna som borresterna skall bli på, koppla klokopplingen och fästa övre plattan med två sprintar. Bytet av bormönster borde inte kräva så mycket tid och möda. I det här skedet av planeringen vet man ännu inte om det går att byta mönster ensam eller om det krävs två operatörer till det, den slutliga vikten på lagerplattan avgör det.



## 5 PLANERING AV BORTTAGANDET AV BORRESTER

Borttagande av borrester är ett problem som måste beaktas vid konstruktionen av bormaskinen. Det är nämnvärt att mycket tid och energi lagts ner på idéer angående avlägsnande av borresterna. Olika simulerade tester har gjorts i verkstaden och tack vare det har man kunnat gallra bort en hel del olika metoder. I kapitlet nedan presenteras olika lösningar på hur man hade kunnat lösa problemet, samt den lösningen vi valde.

### 5.1 Sugkoppar

Idén härstammar från de mängder sugkoppar som används i övriga tillämpningar i fabriken. Sugkoppar används från allt från att lyfta lastpallar till att transportera olika sanitetsprodukter, både i tillverkningskedje och när produkten är färdig. Funktionsprincipen med sugkoppsystemet skulle vara en platta med sugkoppar placerade på motsvarande ställen som borresterna får då de blir på kvar på bordet. Plattan skulle vara fäst vid en arm som sedan för den över bordet, sänker sig och suger upp borresterna, för att sedan transportera dem till ett uppsamlingskärl. Fördelarna med ett system av det här slaget skulle vara att man får borresterna dit man vill ha dem, utan att det klottar ner bordet och bormaskinen.

Det som vi trodde kunde ställa till problem var borresternas storlek, då vi inte visste hurdana sugkoppar det fanns på marknaden. Efter litet undersökas hittades slutligen företaget Piabs hemsida ([www.piab.com](http://www.piab.com)). Piab är ett företag som säljer olika vakuum och blåssystem, de har ett brett urval sugkoppar. Lämpliga sugkoppar för transporter av borresterna hittades relativt snabbt på deras hemsida. Det visade sig även att IDO använder sig av Piab's sugkoppar, så tillgång till sådana var inget problem. Det som verkade som en genial lösning, kom dock att falla på grund av att det skulle ha varit för invecklat att konstruera. Att få en sugkopp med en diameter på 5mm att träffa en så kallad knapp med diametern 9mm utan att använda sig av en robot skulle vara ytterst svårt. Visst finns det givare som är så exakta att det skulle vara möjligt, men på IDO tyckte man att det skulle ha varit för petigt och kunna bidra till att störningarna ökar på den annars i stort sätt störningsfria maskinen. (Piab)

## 5.2 Befintliga systemet

Det befintliga systemet som används fungerar för det mesta, men även det har sina brister. Ibland kan borrestsknappen fastna i skuffaren och följa med den tillbaka för att sen lossna mitt på bordet och ställa till krångel vid borring av nästa cistern. Det händer även ibland att skuffaren hoppar över en knapp då friktionen mellan knappen och bordsytan bli för stor, det bidrar i sin tur till att knappen faller på golvet på fel sida av bordet och inte i uppsamlingskärlet som den borde. Trots de brister som detta system har så har det även många fördelar. Knapparna avlägsnas allt som oftast, det är snabbt och själva processen fungerar alltid. En förbättring av det befintliga systemet kunde vara en möjlighet till den nya bormaskinens borrestsborttagare.

## 5.3 Med hjälp av tryckluft

Att blåsa bort borresterna med tryckluft var en idé som stod högt uppe på listan över möjliga lösningar. Konstruktionen skulle vara simpel att konstruera och ha en minimal risk för störningar. För att testa hur bra ett system med tryckluft skulle fungera utfördes tester i verkstaden. Testerna gick ut på att det placerades ut borrester på en plåt, som sedan blåstes bort med tryckluft. De primära testerna som gjordes med torr lera visade goda resultat och borresterna flög av plåten. Till följande utfördes samma test med fuktiga lera. Nämnvärt är att vid användning av fuktig lera så blev den största borresten som mäter 77mm i diameter kvar på plåten vid 4 av 20 försök. Efter testen med fuktig lera så testades det ännu med våt lera, resultatet med våt lera var ännu sämre än med fuktig lera. Med våt lera så fastnade den största borresten alla gånger medan de mindre fastnade ungefär varannan gång. Oroväckande i det här skedet var det att 20 % av gångerna som borresterna med fuktig lera hade blåsts bort så hade den stora knappen blivit kvar på bordsytan. I försök att få den fuktiga leran att blåsas bort från bordet varje gång testade vi även vilken inverkan det hade ifall att den stora knappen skulle bli liggande på fyra pinnar istället för att ligga direkt på bordet. På det här sättet skulle kontaktytan med bordet minskas i hopp om att borresten skulle avlägsnas bättre. Det visade sig dock snabbt att användandet av tappar inte var så lyckat som man tänkt sig, luften slapp nämligen att rymma under knappen och knappen blev kvar på sin plats, eller flög en bit, men inte tillräckligt. Alternativ som kvarstod var då att antingen använda sig av

starkare tryck eller att ha en lutande bordsyta. Att använda sig av en lutande bordsyta skulle vara möjligt i viss mån, lutningen skulle förstås vara begränsad och primära tester som gjordes med en lutande yta visade sig inte vara så mycket bättre än med en plan yta. Trycket som användes vid testerna var 7 bar, medan man från huvudnätet nog kan få ut 14 bar. Att använda sig av ett tryck på 14bar skulle medföra att operatörerna skulle vara tvungna att både bära skyddsglasögon och hörselskydd, vilket troligen inte skulle vara så uppskattat i produktionen.

#### **5.4 Med hjälp av luft och svängrorelse**

Försök som gjordes genom att fukta borrester och lägga dem på en plåt, för att sedan vända plåten upp och ned visade sig inte vara så lyckade som vi trodde. Därifrån utvecklades dock idén att tillika ge en puff med tryckluft under respektive borrest så att den garanterat skulle falla av bords ytan. Luften skulle då blåsas in i respektive borrh och resterna skulle landa i ett uppsamlingskärl eller på ett transportband under bormaskinen. Det som talar för ett system var hela bormaskinen i princip skulle svängas 180 grader är det att en garanterad borttagning av borrester skulle uppnås. Det som däremot talar emot ett system där hela bormaskinen skulle kippas är de risker som uppstår i samband med det. Visst skulle ett system med kipp vara utmärkt om man kunde garantera att det efter varje gång hamnade tillbaka på exakt samma ställe, så att det inte fanns någon risk att det skulle inverka på borrhningen. Då toleranserna för hålen är +/- 1mm ansågs det inte vara värt att konstruera ett system som med litet slitage kunde ställa till med stora ekonomiska förluster för företaget.

#### **5.5 Användning av roboten för att avlägsna resterna.**

Ett bra alternativ för borttagandet av borrester skulle vara att använda sig av roboten. Att bygga ett nytt verktyg åt roboten i cellen, som den sen använder till att flytta på borresterna med. Verktuget skulle till exempel kunna vara en gripklo av något slag, eller ett sugkoppsverktyg. Verktygsbytet för roboten skulle inte medföra något större problem, det klarar roboten av på egenhand. Avlägsnande av borresterna skulle också säkert gå bra, roboten kunde använda den döda tid den har nu till att avlägsna knapparna. Det som däremot skulle medföra problem är ifall det körs två likadana cisterner i cellen, vilket

skulle resultera i att roboten måste byta verktyg mellan borringarna av cisternerna förutsatt att det inte skulle gå att borresterna av den första cisternen avlägsnas samtidigt som den andra cisternens borrester.

## **5.6 Intelligent vakuuum**

Intelligent vakuuum är en metod som används i många industrier, bland annat inom bryggeribranschen. I bryggeribranschen använder man sig av intelligent vakuuum för transporterering av burkar mm. Funktionsprincipen för intelligent vakuuum är relativt enkel, där systemets sensorer känner kontaktyta, där suger det. Detta skulle ha varit en genial lösning på bortagandet av borrester, att kunna använda en och samma sugplatta oberoende av vilket borrmönster som användes. Den 19.3.2010 kontaktades Curt Persson på företaget Tepro som säljer intelligenta vakuumsystem, han menade dock på att detaljerna var för små för att man skulle kunna garantera att systemet skulle fungera. De stora borresterna skulle nog gå att avlägsna med vakuuum, men de små skulle ställa till bekymmer. Dessutom hade han ingen erfarenhet av att med vakuuum greppa lera. (Unigripper)

## **5.7 Damsugare**

Användning av damsugare för bortföring av knapparna var också ett av alternativen, som sedan föll på grund av de tester som utfördes med trycklyft. Det skulle ha behövts en stark damsugare för att orka suga upp de största knapparna, dels för att de väger ganska mycket dels för att de kan vara fastklibbade vid bordsytan. Det goda med att ha en damsugare som transporterar bort knapparna skulle ha varit möjligheten att själv kunna bestämma vart man vill att knapparna skall transporteras.

## **5.8 Modellen som arbetades vidare med**

Efter mycket funderande valdes det att gå vidare med en förbättrad version av det befintliga systemet. Vi drog slutsatserna att de övriga systemens störnings procent skulle vara för höga och svåra att förverkliga. Dessutom är det nuvarande systemet nästan helt

utan störningar och man vill ju inte ersätta det med något system där det finns risk att mera störningar.

Istället för att använda sig av en skuffare i aluminium som man använder sig av idag, kunde man byta ut skuffaren mot en tät och hård borste. En hård borste skulle se till att inga borrester skulle slippa igenom den. Dessutom skulle kontaktytan med borresten vara mindre än med vad den är med det befintliga systemet. Om man ännu pressar borsten mot bords ytan, så avger den ett snärt då den åker av bords ytan, vilket resulterar i att borresterna garanterat inte åker tillbaka över bords ytan med borsten.

Företaget som kontaktades i frågan om borstar heter CE Lindgren och är stationerat i Borgå, de tillverkar specialborstar, måleriverktyg och plastbeläggningsprodukter. Den 30 mars ringde vi Rolf Lönnroth som är försäljningschef för CE Lindgren och förklarade situationen. Rolf bad oss skicka ett mejl i vilket vi noggrant beskrev hurdan applikation vi skulle behöva borsten till, samt bilder med förklaringar på det befintliga systemets funktion. Rolf tyckte att en borste kunde fungera utmärkt för den tänkta applikationen, dessutom skulle en borstes livslängd vara lång. Borstlisten han rekommenderade är gjord i PVC plast, 20mm hög och 30mm bred, med en 30-35mm hög borst utav nylon. Det enda negativa var den långa leveranstiden på 3-4 veckor, men det beror på att CE Lindgren enbart tillverkar skräddarsydda borstar enligt kundernas behov. (CE Lindgren)

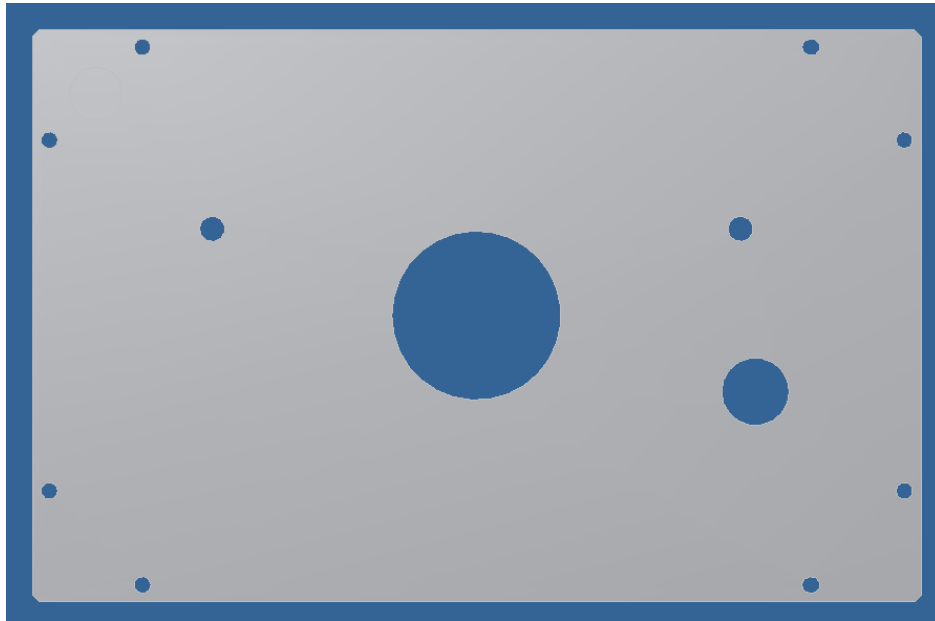
## 6 KONSTRUKTION (CAD)

Programmet som användes under konstruktionsskedet är Autodesk Inventor. IDO använder sig av Inventor, så det föreföll naturligt att det även var det programmet som skulle användas i detta examensarbete. Programmet var obekant, och det krävdes en hel del övning innan det behärskades så pass bra att konstruerande kunde börja. I skolan hade vi ju använt oss av ett program som heter Solid Edge som nog skiljer sig nog rätt så mycket från Inventor. Innan konstruerandet av maskinen började, gjordes tester på ifall det skulle ha varit möjligt att rita med Solid Edge och sedan öppna filerna i Inventor, för att underlätta konstruerande för min del. Vi märkte att det var möjligt att öppna filerna, men att Inventor inte kunde importera några mått på de man konstruerat. Ny måttsättning är nästan lika tidskrävande som att rita delen helt från början, och dessutom lärde man sig ett nytt ritprogram på det här viset, och det är ju alltid ett plus.

### 6.1 Borrmönster

I dagens läge tillverkas det fyra olika modeller av cisterner som kräver borrning, var och en av dem har olika hålmönster. Kommer till följande att kort presentera de olika bormönstren till respektive cistern. Alla cisterner har en vatten ingång och en vatten utgång. Vatten ingången på är det näst största hålet som borraras i cisternen. Vatten utgången är belägen mitt i botten på cisternen och känns enkelt igen genom att det är det största hålet. Cisternen har även två eller tre fastsättningshål, beroende på modell. Fastsättningshålen används för att fästa cisternen i wc-stolen.

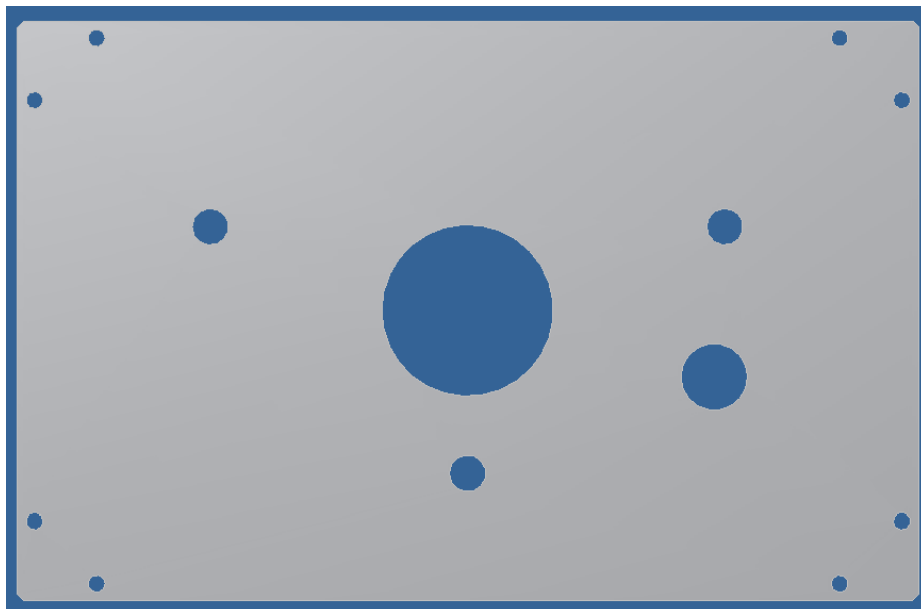
### 6.1.1 Aniara



*Figur 4 Aniara bormönster*

Aniara cisternen har två fastsättningshål och ett hål för vatten in samt ett för vatten ut.

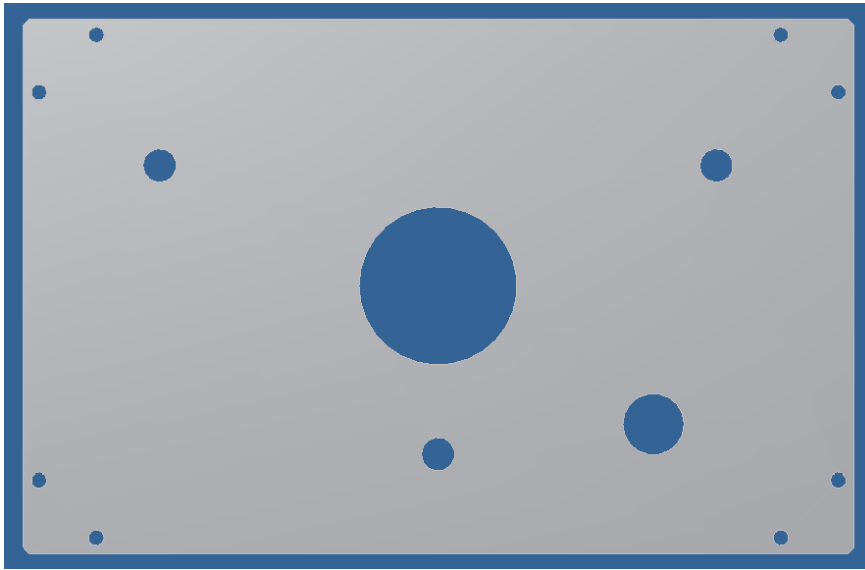
### 6.1.2 Trevi



*Figur 5 Trevi Bormönster*

Trevi har tre fastsättningshål, ett hål för vatten in och ett för vatten ut

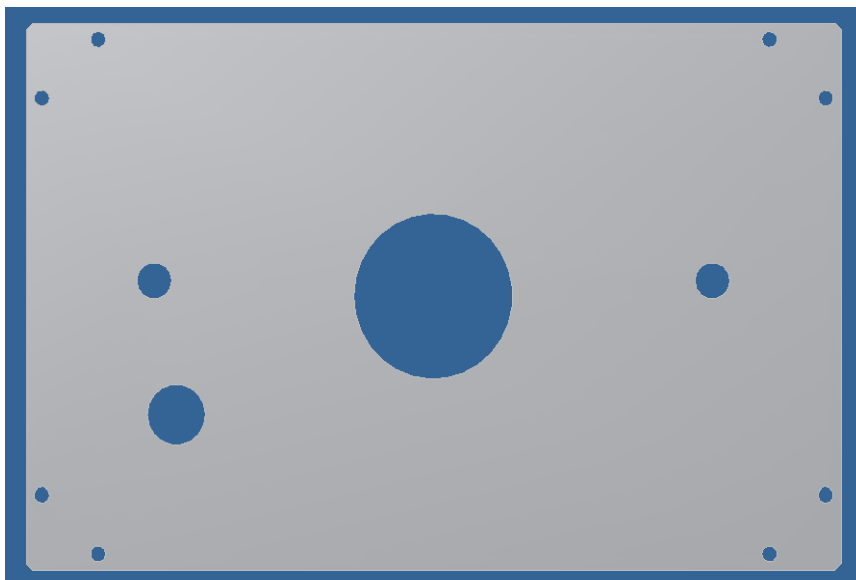
### 6.1.3 Cera



*Figur 6 Cera Borrmönster*

Cera cisternen har även den tre hål ämnade för fastsättning, ett för vatten in och ett för vatten ut .

### 6.1.4 Cera short



*Figur 7 Cera short Borrmönster*

Det som gör Cera short litet speciell är för att den är den enda som har vatten in på vänster sida. Förövrigt så har den endast två fastsättningshål samt ett hål för vatten ut.



## 6.2 Borrmaskinen

Borrmaskinen består av tre olika delar, en basdel, en lagerdel och en övredel. Basdelen är den del som kommer att vara stationär i cisterngjutningscellen, alla bormönster kommer att ha samma basdel. De övriga delarna kommer sedan att bytas ut efter behov så att rätt bormönster borras i rätt gjutningscell. Att borrmaskinen består av tre delar är även till fördel med tanke på service och underhåll. Ifall något lager skär eller det uppstår andra problem, så är tanken att det alltid skall finnas ny servade lagerplattor på förrådshyllan. Kommer till följande att i korthet presentera borrmaskinens tre delar. Utförligare fakta om komponenter som borrmaskinen består av finner ni under rubriken komponenter.

Den nya borrmaskinen har gjorts så kompakt som bara möjligt, och på det viset kommer gjutningscellen i framtiden att rymma 3 olika borrmaskiner istället för de två som i dagens läge finns där. Höjden hos den nya borrmaskinen kommer att vara liknande som hos den gamla det vill säga justerbar mellan 950-1050mm, justeringsmånen kommer från maskinens fötter.

### 6.2.1 Borrmaskinens basdel

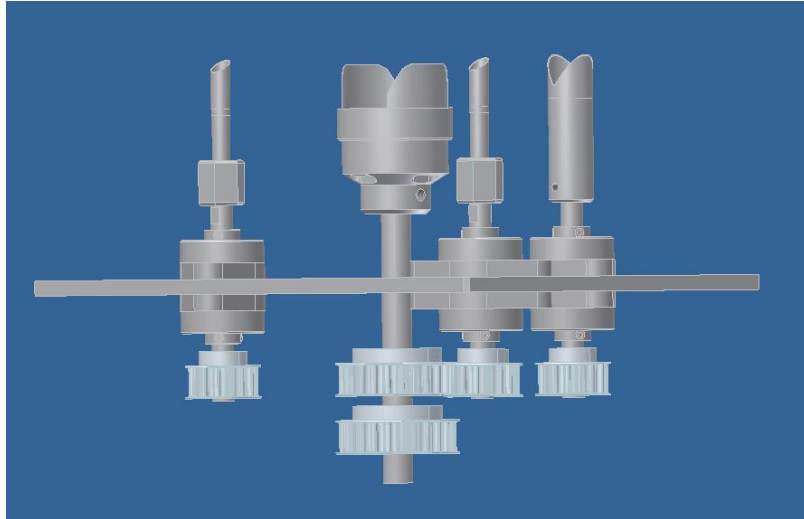
Borrmaskinens basdel är den stationära del som konstant kommer att finnas i cistern-gjutningscellen. Basdelen består av bland annat av en trefasmotor tillverkad av Abb, vars uppgift är att driva borrarna som finns fästa i lagerplattan. Förutom en motor så består basdelen även av en cylinder, som har till uppgift att lyfta lagerplattan vid själva borrningen. Cylindern drivs med trycklyft och är av fabrikaten SMC. Nedan finner ni en bild på hur borrmaskinens basdel ser ut.



*Figur 8 Borrmaskin basdel*

### 6.2.2 Borrmaskinens lager del

Borrmaskinens lagerdel består av en lagerplatta, skild för varje bormönster. På lagerplattans bägge sidor fästs lager, för att erhålla stabilitet hos borrarna. Vatten in borrens lager är större än de övriga borrarnas lager, på grund av att axeln som driver den har en större diameter än de övriga axlarna. Vatten in borrens lager är rektangulärt till formen och är festsatt i plattan med fyra bultar, medan de övriga lagren är ovalformade och endast har två festsättningsskruvar var. Fäst i lagerplattan finns även en flyttbar axel med ett kuggremshjul, som fungerar som spännare till kuggremmen som driver borrarna.



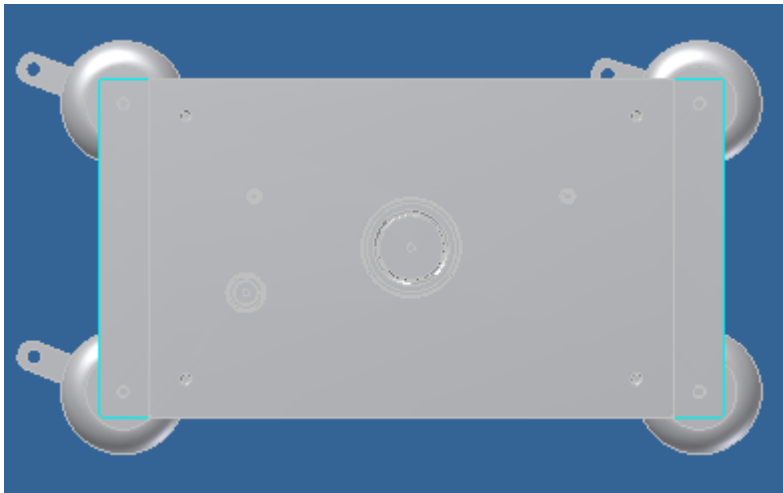
*Figur 9 Borrmaskin lagerdel*

### 6.2.3 Hela borrmaskinen

Nedan följer fyra bilder på borrmaskinen, så att ni som läsare skall få en litet bättre helhet av hur maskinen ser ut samt kanske få en uppfattning av hur den är ämnad att fungera



*Figur 10 Till vänster borrmaskinen sett från sidan och till höger sett framifrån.*



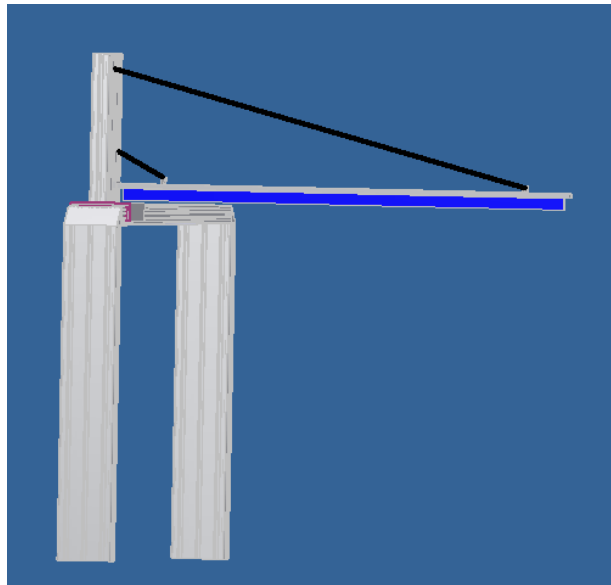
*Figur 11 Maskinen sett uppifrån*



*Figur 12 Maskinen i 3D-vy*

### 6.3 Borrest borttagare

Nedan finner ni en skiss på hur restborttagaren skulle kunna fungera. En kälke som åker av och an på en balk. Kälken skulle drivas av en SMC cylinder, som tyvärr inte finns med på bilden. Borsten skulle tryckas ned mot bordsytan med hjälp av gängstål, och det skulle vara möjligt att efterhand förlänga tillsätta mera tryck allteftersom borsten slits.



*Figur 13 Borrest borttagare*

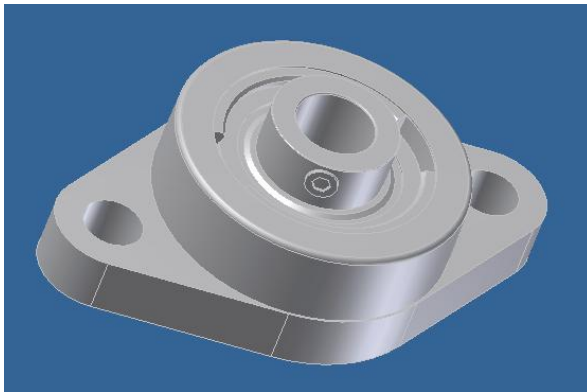
## 7 KOMPONENTER

Kommer i följade stycke att kortfattat nämna vilka komponenter som bormaskinen kommer att bestå av. I följande stycke redovisas även varför just vissa komponenter valts och hur man kommit till att just välja komponenten. Självklart nämns även vilken av vilket fabrikat komponenterna är.

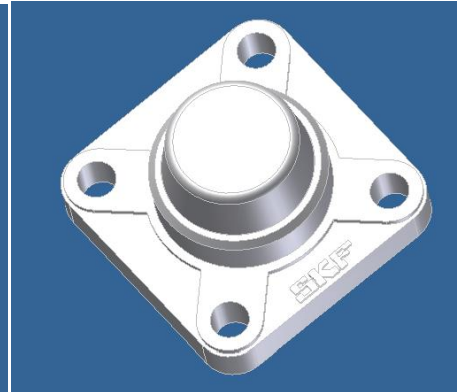
## 7.1 Lager

### 7.1.1 Lagerhus

SKF lager valdes till borrar. För den mittersta axeln som driver den största borren valdes ett lager med fyra fastsättnings hål för att erhålla god stabilitet då det är genom den axeln som övriga axlar även drivs. Diametern på lagret till axeln till den mittersta borren är även större än lagren till de övriga axlarna. Då mittersta borren drivs av en axel som är 20mm i diameter medan de övriga borrarernas axlar enbart är 15mm.(SKF)



*Figur 14 Lager till mindre borrar*

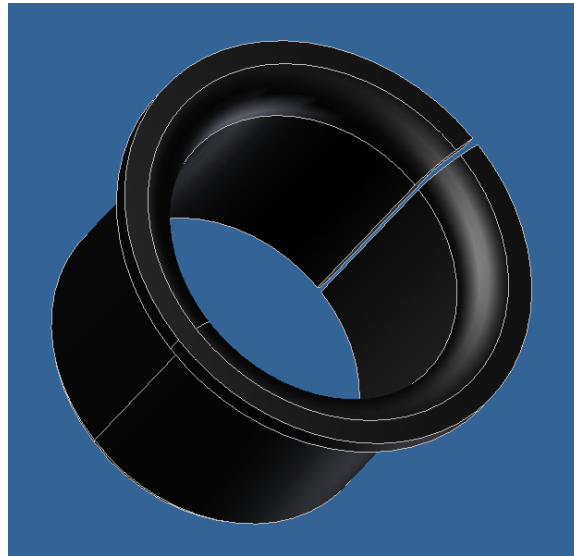


*Figur 15 Lager till stora borren*

### 7.1.2 Val av lager till lyftbordet

Val av lager till lyftbordet var ett besvärligt kapitel, eftersom ingen egentligen hade någon erfarenhet av det. De lager som fanns på den befintliga bormaskinen var av samma modell som på den som funnits där från före den befintliga bormaskinens tid. Den enda information man hade att gå på var INA 25 som det stod på de lager som fanns på maskinen. Eftersom de i den lokala järnaffären inte hade någon information om axiallager så beställdes en katalog på nätet, från [www.schaeffler.fi](http://www.schaeffler.fi). Schaeffler Oy är INA och FAG-lagers representant och importör. Efter endast tre dagar erhöles en katalog på INA och FAG lager på hela 1640 sidor. Under tiden hade dock även alternativa möjligheter som det finns på marknaden undersökts, och fastnat för glidlager. Var i kontakt med Richard Ehrström försäljnings ingenjör på Detrading, förklarade vårt problem och han

meddelade att det troligen skulle lämpa sig ypperligt med glidlager till lyftbordet. Han gav ett par olika möjligheter, i princip en glidlagers modell av plast och en av metall att välja mellan, bägge så gott som underhållsfria. Den av plast har benämningen PDE och den av metall SBT. Bestämde oss för att använda SBT-lager med fläns, så att de passar bra in i de holkar som konstruerats. SBT-lagret består av tre skikt, en stålmantel, ett mellanskikt av brons som sin tur är belagt med PTFE/ blyblandning.(DeTrading)



*Figur 16 Glidlager SBT-F-25-28-35x21,5 (DeTrading)*

## **7.2 Kuggremmar och hjul**

Till stora borrens axel valdes ett kuggremshjul med 25 kuggar medan de övriga axlarna enbart kommer att ha 17 kuggar på sina hjul. Kuggremshjulets fabrikat är inte ännu valt, men som kuggremmar hade vi tänkt oss att Optibelts Polyuretanremmar (Alpha power) kunde fungera bra. Bredden på remmarna skall vara 19 mm, medan längden kan variera lite då bormaskinen är försedd med ett spänningshjul.(Optibelt kuggremmar)

### 7.3 Drivkraft

En motor av fabrikatet ABB skall fungera som drivmedel av borrarna. Motorn behöver inte ha någon enorm drivkraft, då motståndet av leran inte är så stort vid borrningen. En par kilowatts motor med frekvensomvandlare så att varvtalen ökar stegvis medan borrningen startar. Det är önskvärt att motorn har en skyddsklass på minst IP 55, då det är fråga om fuktigt och dammigt utrymme

Som lyftkraft till borrbordet tänkte vi använda en likadan SMC cylinder som finns där idag. Cylindern har betäckningen CP95SDB100 – 100, och har fungerat felfritt. Cylindern har en slaglängd på 100mm vilket visat sig räcka bra till. Cylindern drivs med hjälp av tryckluft, vilket medför att bordets lyftrörelse inte är lika jämn som om det skulle vara driven olja, men då det är fråga om fuktig lera som borraras så är det inte så kinkigt.

### 7.4 Fötter

Som fötter till bormaskinen valdes martinlevellings. Det var viktigt att få sådana fötter vars lutning går att justera, då golvet i cellen vart bormaskinen skall placeras även det lutar lite. Tyvärr fanns inga ritningar på dessa men nedan finner ni en bild på foten, uppriktad enligt måtten som fanns i produktkatalogen för ställbara fötter. (Martinlevellings)

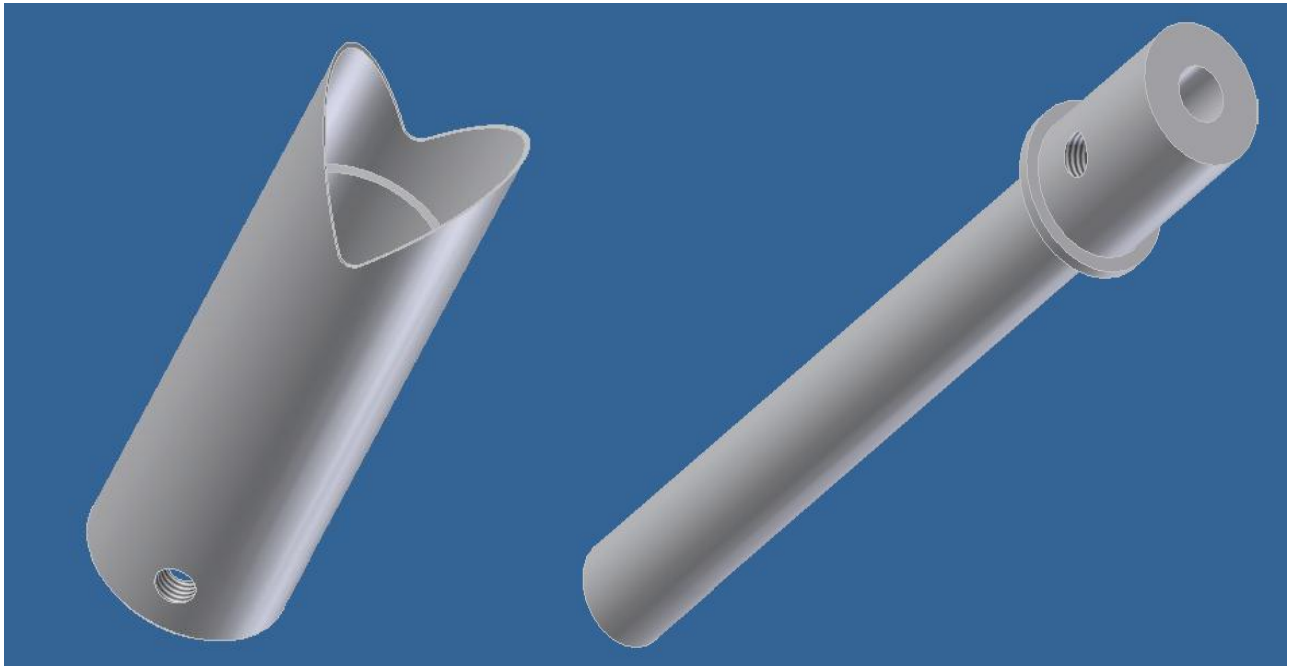


*Figur 17 Skiss över fötterna.*



## 7.5 Borrbett och hållare till borrbett

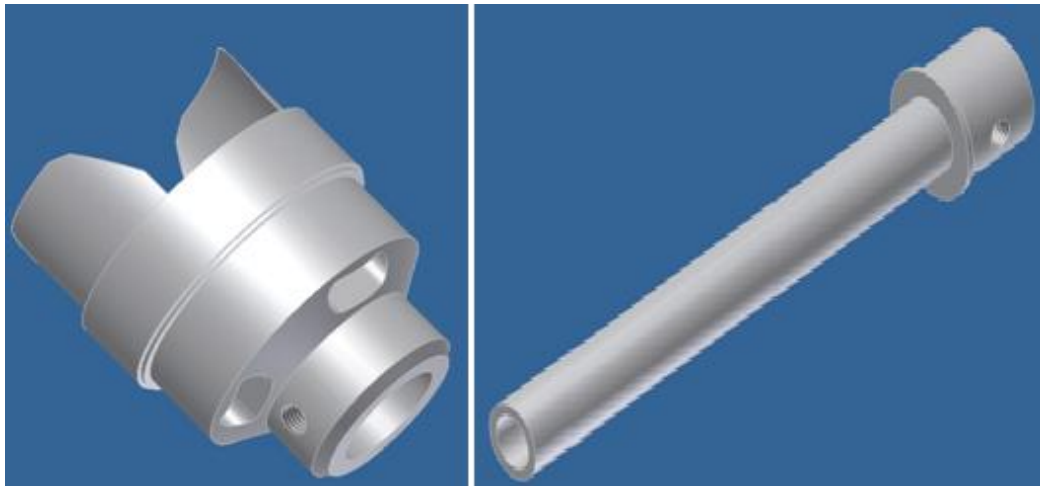
### 7.5.1 Vatten in



*Figur 18 Borrbett till vatten in borren, samt hållare till borrbettet.*

Borrbettet fästs i borrbettshållaren med hjälp av en innersexbult. Eventuellt kan istället för bult användas en sprint av något slag, då hålet går igenom hela axeln och borrbettet. Vid användning av sprint rekommenderas en för ändamålet tillverkad sprint så att bettet inte har möjlighet att flytta på sig under borrning. Borrbettet ovan är en modifierad version av det som används idag, så att det lämpar sig till borrbettshållaren som designats.

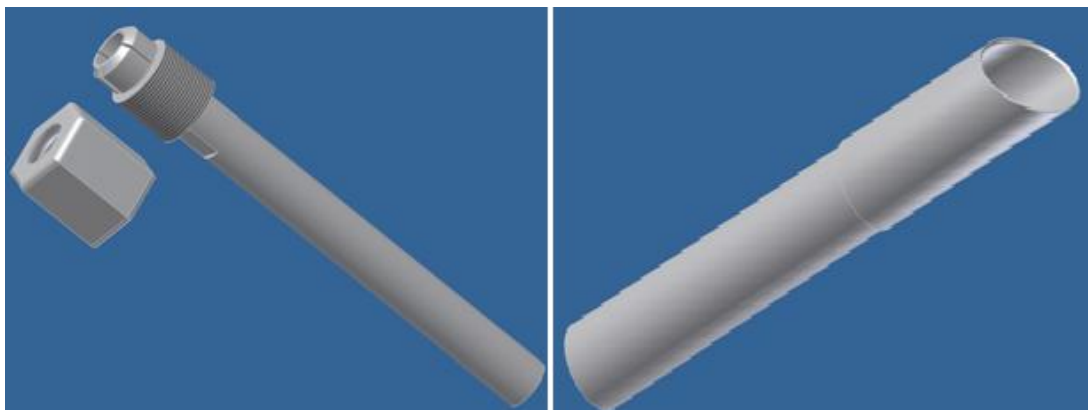
## 7.5.2 Vatten ut



*Figur 19 Borrbett och hållare till stora borren*

Borrbettet till vänster är en detaljerad avritning på de befintliga borrbetten som används för borrning av vatten ut hålen, då de på IDO inte har några ritningar på den befintliga bormaskinen.

## 7.5.3 Borrhållare och borrar för fastsättning



*Figur 20 Borrbett och hållare till övriga borrar.*

Borrbettshållaren till vänster är en skiss på de borrbettshållare de använde någon gång på 90-talet på IDO, men som inte har använts sedan dess. De hittades i ett skåp i fabriken och ingen hade någon vettig förklaring på varför det inte används längre. Så varför inte använda sig av dem i den nya bormaskinen.

## 8 AVSLUTNING

Examensarbetet har varit mycket intressant och lärorikt att göra. Har lärt mig tänka mer objektivt än vad jag gjorde förut. Har även märkt att det är enormt mycket saker som skall beaktas vid planeringen.

Fast det i det här skedet inte ledde till att bormaskinen byggdes, gjordes ändå så pass utförliga ritningar och val av komponenter, att ett byggande av bormaskinen i ett senare skede skall vara så väl planerat som möjligt. Orsaken till att maskinen inte byggdes nu berodde dels på att IDO hade så många projekt och investeringar på hälft för tillfället, dels för att efterfrågan på de produkter som bormaskinen skulle användas till inte krävde det. Det är omöjligt att förutspå när eller om efterfrågan på produkter överstiger tröskeln så att en ny bormaskin byggs. Införandet av en ny produkt i produktionen skulle med stor sannolikhet innebära ett utökat behov i cisternlinjen vilket i sin tur skulle leda till att den en ny bormaskin skulle behövas. Även ett förnyande av cisternlinjen skulle troligen medföra förnyande av bormaskinerna.

Har genom examensarbete varit i kontakt med ett tiotal personer från olika företag i Norden, och fått erfara att det inte alltid är så enkelt att bli förstörd via telefon eller mejl, utan att det ibland även behövs ritningar med förklarande texter för att få ett svar på en fråga. Visst var det litet pirrigt de första samtalen jag ringde, då jag hade ringa erfarenhet av lager och cylindrar av olika slag, men för det mesta visste försäljarna vad det var jag var ute efter. Märkte även att om man snabbt vill ha ett svar på någon fråga så lönar det sig att ringa eller skicka mejl till ett företag i Sverige och inte i Finland. För det mesta kom det svar samma dag från Sverige, eller så ringde de upp direkt. Medan det i Finland endast var ett fåtal företag som visade något som helst intresse för det jag höll på med.

Slutligen vill jag tacka alla på Ido för att jag fick göra mitt slutarbete där, blev vänligt bemött av alla samt fick utnyttja deras utrymmen. Särskilt tack går till Stefan Hildén, teknisk planerare på Ido. Han gav mig skolning i Cad -programmet Autodesk Inventor, och hjälpte mer än gärna till då det uppstod problem.



## 9 KÄLLOR

CE Lindgren, kontakt med Rolf Lönnroth försäljningschef via samtal 30.3.2010, samt via e-post.

Detrading Richard Ehrström försäljningsingenjör, kontakt via e-post.

IDO 1 <http://www.ido.fi/www/fin/idowww.nsf/sp?open&cid=ContentE7E7B-3-2-2&idonavi2nf=Navi\IDO\Historia&idonavi2nfa=o> [www] hämtat 15.8.2010

IDO 2

<http://www.ido.fi/www/fin/idowww.nsf/sp?open&cid=Content61EF3&idonavi2nf=Navi\IDO\IDO+t%C3%A4n%C3%A4%C3%A4&idonavi2nfa=o> [www] hämtat 15.8.2010

Martinlevelling <http://www.martinlevelling.it/uk/linea-acciaio-inos.html> [www] hämtat 20.12.2010

Optibelt kugremmar

[http://www.optibelt.de/fileadmin/bilder/produkte/industrie/Zahnriemen/PDFs/Alpha\\_Power\\_Opti\\_SK.pdf](http://www.optibelt.de/fileadmin/bilder/produkte/industrie/Zahnriemen/PDFs/Alpha_Power_Opti_SK.pdf) [www] hämtat 20.6.2010

Piab [www.piab.com](http://www.piab.com) <http://www.piab.com/en-gb/Products/Suction-cups-grippers/Online-catalogue/DURAFLEX-Dual-durometer/> [www] hämtat 20.12.2010

SKF produktkatalog 2009

Unigripper, kontakt via e-post med Curt Persson från företaget Tepro

## 9.1 Figurkällor

Figur 1

[http://www.ido.fi/www/fin/idowww.nsf/images/factory\\_airphoto.jpg/\\$FILE/factory\\_airphoto.jpg](http://www.ido.fi/www/fin/idowww.nsf/images/factory_airphoto.jpg/$FILE/factory_airphoto.jpg) [www] hämtat 20.12.2010

Figur 15

<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/jsp/search/searchDesignationForm.jsp?newlink=first&action=cad&maincatalogue=1&lang=en> [www] hämtat 15.9.2010

Figur 16

<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/jsp/search/searchDesignationForm.jsp?newlink=first&action=cad&maincatalogue=1&lang=en> [www hämtat] 15.9.2010

Figur 17 erhöj jag per e-post av Richard Ehrström försäljningsingenjör på Detrading

Övriga figurer är Cad konstruktioner, konstruerade av Henrik Lindholm.