

# EXAMENSARBETE

## Produktutveckling av ismaskin



Sofie Andersson och Joakim Eriksson

**TEKNOLOGIE MAGISTEREXAMEN  
INDUSTRIELL DESIGN**

Institutionen för Arbetsvetenskap  
Avdelningen för Industriell Design

2003:15 HIP • ISSN: 1404-5494 • ISRN: LTU-HIP-EX--03/15--SE

## Förord

Inom industriföretag spelar produktens utveckling ofta en central roll för fortlevnad. Att lyckas med den ständiga utvecklingen kräver kunnig personal inom ett stort antal områden. Men den viktigaste aspekten är ändå att de genom god kontakt kan samarbeta och förstå varandra genom hela utvecklingsprocessen.

Tack vare vår skolning till designingenjörer har förståelsen för detta behov vuxit sig stark. Då design och konstruktion gått hand i hand genom utbildningen har vi lärt oss att förstå vikten av båda delar och att det bästa resultatet uppnås i ett nära samarbete mellan dessa. Om designarbete och konstruktionsarbete utförs integrerat i nära kontakt växer dessa delar naturligt samman och bildar en helhet, som utan modifikation passar varandra.

I detta examensarbete har avsikten varit att på ett seriöst och professionellt sätt genomföra utvecklingen av ismaskinen. Nivån sattes högt för att uppnå bästa möjliga resultat. Detta har också följts och det som åstadkommit känns för oss tillfredställande. Under projektet har vi dock insett att man inte kan vara expert på allt, men tack vare en uppsjö av kunnig personal på universitetet och på företag har alla oklarheter och frågor besvarats.

Vägen till det slutliga designförslaget har inte varit rak men i efterhand vet vi att man som designer alltid ska lyssna på sin egen känsla för att med stolthet kunna bära fram den utvecklade produkten.

”I designprocessen dyker det upp förslag, gissningar, gestaltningar, visioner och synteser. Dessa idéer bara finns där plötsligt som möjligheter för våra analyser. Men det som vi tror är slump är vida mer, ty den tysta kunskapen transformerar ständigt mönster som lösningsförslag på det som är angeläget att klara av.” (Bandt, 1998).

Samtidigt lär Luleå tekniska universitetet ut metoder för att på ett strukturerat sätt bearbeta problem och understödja beslut. Dessa metoder är en viktig del i ingenjörsarbetet och ska absolut inte förkastas.

Vi skulle vilja ta detta tillfälle i akt att tacka våra föräldrar och familjer för deras oförtröttliga stöd från början av våra liv till detta avslut av vår utbildning på Industriell design. Utan deras moraliska, sociala och ekonomiska stöd skulle vi aldrig ha nått så långt. Tack för allt!

---

Sofie Andersson

---

Joakim Eriksson

## Sammanfattning

Magisterexamen i Industriell design avslutades med ett 20 poängs examensarbete. Arbetet har utförts av Sofie Andersson och Joakim Eriksson från och med mars, 2002 och ett år framåt. Uppdragsgivaren är ett nystartat företag med namnet Igloolux AB och de utvecklar ismaskiner som producerar isbitar för kylning av drycker.

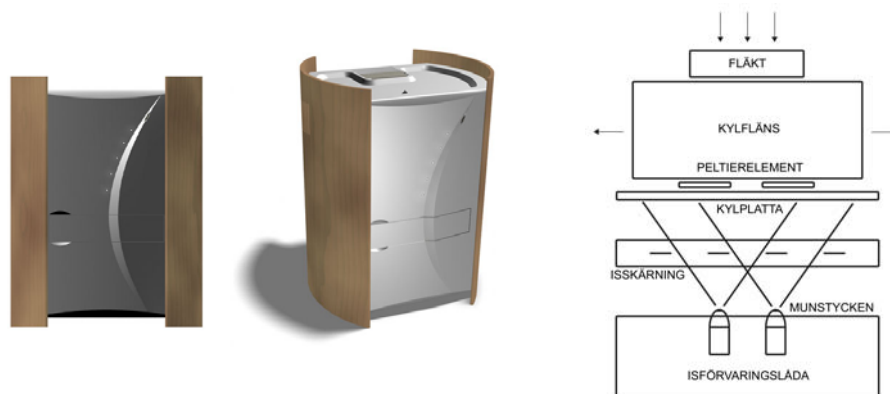
Uppgiften var att skapa en tilltalande design för en ismaskin och att vidareutveckla konstruktionen utifrån en redan existerande funktionsmodell.

Designen utarbetades så att den skulle passa brukare i hemmiljö, hotellrum och fritidssektorn på en global marknad. Den är ämnad att uttrycka stabilitet, enkelhet, hygien, brukarvänlighet och elegans med sin utformning. Maskinen är tillverkad i transparent akryl, PMMA, som lackerats på insidan för att ge ett djup i höljet och spännande brytningar i ytan. Paneler i formpressat trä ger maskinen ett modernt uttryck och skapar en känsla av delaktighet i rum och interiör. Isen förvaras i en utdragbar låda som är lättillgänglig för brukaren. Ett handtag har utvecklats för att ge brukaren möjlighet att förflytta maskinen.

Ismaskinen är konstruerad så att två Peltierelement alstrar kylningen i maskinen. Enligt Seebeckeffekten alstrar Peltierelementets ena sida kyla varpå den andra utvecklar värme. Den kalla sidan kyler en aluminiumplatta till en temperatur på cirka  $-6^{\circ}\text{C}$ . Värmen från Peltierelementen förs bort med hjälp av en fläns. Ju mer värme som kan föras bort från Peltierelementet desto lägre temperatur antar dess kalla sida. Ju större flänsens yta är desto mer värme kan den i teorin föra bort från maskinen.

En pump pulserar vatten genom sprinklermunstycken som genom ett fint vattenmoln applicerar vattendroppar på kylplattan. Vattnet fryser på plattan och en iskaka bildas allt eftersom. Då iskakan vuxit sig tillräckligt tjock, reverseras Peltierelementen för att istället utveckla värme på den sidan som monterats mot kylplattan. Den iskaka som bildats släpper och faller ned på skäranordningen. Skäranordningen består av en ram i vilken så kallade kanthaltrådar bildar ett rutnät. Då en spänning läggs över trådarna värms dessa upp och antar en temperatur hög nog att skära iskakan till bitar som faller ned i en isförvaringslåda.

Produktionsunderlag har tagits fram för de komponenter som kommer att tillverkas. Utförliga produktdatablad finns presenterade för de färdiga komponenterna som används i maskinen.



## Abstract

The master degree of science in Industrial design was concluded with a 20 credit final project (final thesis). The work has been accomplished by Sofie Andersson and Joakim Eriksson over one year with start in March 2002. The employer is a newly started company by the name of Igloolux AB. This company is developing ice machines that produce ice cubes for cooling of beverages.

The task was to create an intriguing design for an ice machine and to further develop the construction from an existing function model.

The design was developed so it would suit the user in home environment, hotel rooms and in other places used during leisure time, all on a global market. The design of the machine is meant to express stability, simplicity, cleanliness, usability and elegance. The machine is made of transparent Acryl, PMMA, which has been lacquered on the inside to give a depth to the cover and an interesting nuance in the surface. The panels in pressed wood give the machine a modern expression and give a feeling of it belonging to the room and interior. The ice is stored and accessible for the user through a pull out box in the bottom. A handle was developed to give the user the possibility to move the machine.

The ice machine is constructed so that two Peltier elements generate refrigeration in the machine. According to the Seebeck effect, the Peltier element produces cold on one side and heat on the other. The cold side cools an aluminum plate to a temperature of about  $-6^{\circ}\text{C}$ . The heat from the Peltier element is removed by a flange. The more heat that can be transported away from the Peltier element the cooler the cold side will be. The bigger surface the flange has the more heat can in theory be transported away from the machine.

A pump pulses water through a sprinkle mouthpiece that through a fine cloud covers the cold aluminum plate with water drops. The water freezes on the plate and gradually creates an ice block. When the block has grown thick enough, the Peltier element reverses so that heat is produced on the side that is against the cooling plate. The ready made ice block gets loose and falls down on the cutting device. The cutting device is a frame in which so called kanthal wires create a check pattern. When a voltage is put over the kanthal wires these are heated and reach a temperature high enough to cut the ice block to ice cubes that fall down into the storing box.

The basic data for production has been completed for the different components. Detailed product sheets are presented for the ready-made components that are used in the machine.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>INLEDNING .....</b>	<b>1</b>
1.1	BAKGRUND .....	1
1.2	SYFTE .....	3
1.3	MÅL .....	3
1.4	AVGRÄNSNINGAR .....	3
1.5	PROJEKTPLANERING.....	3
<b>2</b>	<b>TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1	INFORMATIONSSAMLING .....	4
2.1.1	<i>Allmän information om problemet</i> .....	4
2.1.2	<i>Brukar- och användarinformation</i> .....	4
2.1.3	<i>Marknadsinformation</i> .....	4
2.1.4	<i>Färg- och formstudier</i> .....	4
2.2	PROBLEMBESTÄMNING .....	5
2.2.1	<i>Tillståndsbestämning</i> .....	5
2.2.2	<i>Problemformulering</i> .....	5
2.2.3	<i>Problemavgränsning</i> .....	5
2.3	PROBLEMUNDERSÖKNING .....	5
2.4	FORMBESTÄMNING .....	6
2.4.1	<i>Kriterielistning</i> .....	6
2.4.2	<i>Brainstorming</i> .....	6
2.4.3	<i>Konceptviktning</i> .....	6
<b>3</b>	<b>METOD FÖR DESIGNPROJEKT .....</b>	<b>7</b>
3.1	INFORMATIONSSAMLING FÖR DESIGNPROJEKT .....	7
3.1.1	<i>Allmän information om problemet</i> .....	7
3.1.2	<i>Användarinformation</i> .....	7
3.1.3	<i>Marknadsinformation om befintliga ismaskiner</i> .....	7
3.1.4	<i>Form- och färgstudie i olika länder</i> .....	8
3.2	PROBLEMBESTÄMNING FÖR DESIGNPROJEKT .....	10
3.2.1	<i>Tillståndsbestämning</i> .....	10
3.2.2	<i>Problemformulering</i> .....	11
3.2.3	<i>Problemavgränsning</i> .....	11
3.3	PROBLEMUNDERSÖKNING FÖR DESIGNPROJEKT .....	11
3.3.1	<i>Funktionsuppdelning</i> .....	11
3.3.2	<i>Föremålsuppdelning</i> .....	12
3.4	FORMBESTÄMNING AV ISMASKINEN.....	12
3.4.1	<i>Idéutveckling och skisser</i> .....	12
3.4.2	<i>Viktning</i> .....	14
3.4.3	<i>Idéer och förslag från jurygruppen</i> .....	14
3.4.4	<i>Fastställande av formen</i> .....	15
3.4.5	<i>Detaljskisser</i> .....	15
3.4.6	<i>Första designmötet med uppdragsgivaren</i> .....	16
3.4.7	<i>Korrigerering och validering av förslag</i> .....	16
3.4.8	<i>Omarbetning av förslag</i> .....	18
3.4.9	<i>Total omarbetning av design</i> .....	18
3.4.10	<i>Viktning enligt eget tycke</i> .....	19
3.4.11	<i>Slutgiltigt fastställande av design</i> .....	20

3.4.12	<i>Andra designmötet med uppdragsgivaren</i> .....	20
3.4.13	<i>Materialval</i> .....	21
3.4.14	<i>Färgval</i> .....	21
3.4.15	<i>Detaljlösningar</i> .....	21
<b>4</b>	<b>METOD FÖR KONSTRUKTIONSPROJEKT</b> .....	<b>25</b>
4.1	INLEDNING FÖR KONSTRUKTIONSPROJEKT .....	25
4.1.1	<i>Informationsinsamling för konstruktionsprojekt</i> .....	25
4.2	PROBLEMBESTÄMNING FÖR KONSTRUKTIONSPROJEKT .....	28
4.3	PROBLEMUNDERSÖKNING FÖR KONSTRUKTIONSPROJEKT .....	28
4.4	PROBLEMLÖSNING OCH UTFORMNING AV KONSTRUKTION .....	29
4.4.1	<i>Effektivisera kylanordningen</i> .....	29
4.4.2	<i>Effektivisera pårinning</i> .....	32
4.4.3	<i>Effektivisera pump</i> .....	33
4.4.4	<i>Utveckla isförvaringslåda</i> .....	34
4.4.5	<i>Utveckla vattentank</i> .....	34
4.4.6	<i>Effektivisera skäranordning</i> .....	34
4.4.7	<i>Effektivisera isolering</i> .....	35
4.4.8	<i>Optimering av höljet</i> .....	35
4.4.9	<i>Tömning</i> .....	36
4.4.10	<i>Fästanordningar</i> .....	36
<b>5</b>	<b>MARKNADSFÖRINGSUNDERLAG FÖR IGLOOLUX</b> .....	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>UNDERLAG FÖR SLUTPRESENTATION</b> .....	<b>38</b>
6.1	PÅSIKTSMODELL .....	38
<b>7</b>	<b>RESULTAT</b> .....	<b>39</b>
<b>8</b>	<b>DISKUSSION</b> .....	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>REFERENSER</b> .....	<b>42</b>

## Bilagor

<b>RITNINGAR</b>	<b>ANTAL SIDOR</b>
BILAGA 1. YTTERSKAL.....	5
BILAGA 2. PANELER.....	3
BILAGA 3. INNERHÖLJE.....	5
BILAGA 4. KYLPLATTA.....	2
BILAGA 5. SKÄRANORDNING.....	2
BILAGA 6. ISFÖRVARINGSLÅDA.....	2
BILAGA 7. LOCK.....	2
BILAGA 8. HANDTAG.....	2
 <b>PRODUKTDATABLAD</b>	
BILAGA 9. FLÄKT.....	1
BILAGA 10. FLÄNS.....	1
BILAGA 11. PELTIERELEMENT.....	2
BILAGA 12. SPRINKLERMUNSTYCKEN.....	4
BILAGA 13. PUMP.....	2
BILAGA 14. KRAN.....	3
BILAGA 15. ISOLERING.....	5
BILAGA 16. PLASTVINKEL.....	1
BILAGA 17. DIODER OCH HÅLLARE.....	2
 <b>KRAVSPECIFIKATIONER FÖR MATERIALVAL</b>	
BILAGA 18. YTTERSKAL.....	3
BILAGA 19. INNERHÖLJE.....	2
 <b>PLANERING</b>	
BILAGA 20. PROJEKTPLANERING.....	2
 <b>RENDERINGAR</b>	
BILAGA 21. FRONT.....	1
BILAGA 22. SIDA.....	1
BILAGA 23. TOPP.....	1
 <b>SKISSER</b>	
BILAGA 24. DETALJER.....	3
BILAGA 25. FORMFÖRSLAG.....	4

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Magisterexamen i Industriell Design, vid Luleå tekniska universitet, LTU, avslutas med ett tjugo poängs examensarbete, kurskod ARD 011. Projektet utfördes under ett år med start i mars 2002.

En projektgrupp, bestående av Sofie Andersson och Joakim Eriksson, fick genom Mikael Bäckström vid avdelningen för Produktionsteknik, LTU, kontakt med företaget Igloolux AB. Igloolux AB är ett nystartat företag som grundats av VD Jörgen Larsson. Företaget har sitt huvudkontor i Vuollerim. Igloolux skall specialisera sig på tillverkning och försäljning av portabla ismaskiner som producerar isbitar för kylning av drycker. Företaget anser att det på marknaden finns ett behov av små ismaskiner, som kan placeras antingen i hemmiljö, på hotellrum, i husvagn, båt eller i lastbilens förarhytt.

Igloolux startade sitt arbete med att engagera studenter på avdelningen för Tillämpad termodynamik och kylteknik vid Kungliga tekniska högskolan, KTH. De grundläggande önskemålen från Igloolux sida var då att maskinen skulle klara att producera 1,5 kg isbitar på 24 timmar och att den skulle drivas med 12 V eller 24 V. Den bärbara maskinen skulle ha måtten 300 mm×300 mm×400 mm om så var möjligt. En önskan var även att maskinen skulle kunna lagra isen under 14 dagar samt att köldalstringen skulle ske med så kallade Peltierelement. Studenterna utvecklade teoretiska modeller och beräkningar som sedan testades i laboratorium. Arbetet resulterade i en funktionsmodell där isbitarna tillverkades i ett system baserat på cirkulerande vatten. Peltierelement alstrar kyla på en lutande platta som då kyls till en temperatur under 0°C. På den lutande kylplattans undersida strilar vatten som fryser och bildar en iskaka. När iskakan nått önskad tjocklek lossas den från kylplattan och faller ned på en ram med spända värmetrådar. Trådarna skär iskakan till isbitar i önskad form. Efter tillskärning faller isbitarna ned i isförvaringslådan där de blir tillgängliga för brukaren. Studenterna hävdar avslutningsvis i rapporten Utveckling av kompakt & portabel maskin för produktion av isbitar, (Afghani, 2001), att valet av koncept för tillverkning av isbitar är teoretiskt möjligt. De har under projektet även byggt en funktionsmodell av ismaskinen, i koppar, se figur 1. En mer utförlig beskrivning av maskinens funktion behandlas i kapitel 7, Inledning för konstruktionsprojekt.



Figur 1. Funktionsmodell producerad av studenter vid KTH.



När studenterna vid KTH avslutade sitt arbete tog en grupp studenter vid LTU vid. Deras målsättning var att i en kurs i produktionsteknik vidareutveckla och förbättra konstruktionen av maskinen utifrån den funktionsmodell som framtagits av KTH. Vidare skulle de produktionsanpassa den förbättrade konstruktionen för tillverkning av en testserie. I slutskedet av projektet hade de kommit fram till att ytfinheten på kontaktytorna mellan Peltierelement och kylplattan måste vara hög för att uppnå effektiv kylning. De konstaterade även att flänsen som för bort värme från ismaskinen borde vara större, vilket skulle göra den mer effektiv. Studenterna avslutade sitt arbete med att tillverka en funktionsmodell i plast, som sammanfogats av aluminiumprofiler, se figur 2. Detta gav den nya funktionsmodellen en lägre vikt jämfört med den från KTH. Gruppen hann på grund av tidsbrist i kursen inte utföra någon produktionsanpassning av maskinen. Deras arbete finns dokumenterat i teknologirapporten Vidareutveckling av funktionsmodell för tillverkning av isbitar, (Björk, 2002).



*Figur 2. Funktionsmodell i plast tillverkad av studenter vid LTU.*

Arbetet hade fram till detta skede endast behandlat maskinens konstruktion. För att maskinen skulle kunna marknadsföras och bli visuellt attraktiv sökte Igloolux två designstudenter som kunde åta sig arbetet att ge ismaskinen ett tilltalande formspråk. Projektgruppen beslutade sig för att anta uppgiften att utveckla ett ytterskal till maskinen med avseende på design och användarvänlighet. I samråd med Igloolux beslutades att arbetet även skulle omfatta vidareutveckling av funktionsmodell och framtagande av produktionsunderlag, för en testserie om 500 maskiner.

Vid projektets start fanns vissa detaljer som skulle beaktas i designarbetet för att konstruktionen skulle fungera tillfredställande, dessa var:

- Ett handtag att lyfta maskinen i.
- Öppningar i höljet för luftgenomströmning.
- En integrerad låda för isförvaring där brukaren kan hämta isen.
- En informationspanel som underlättar nyttjandet av maskinen.
- Knappar för att starta isproduktionen.

## **1.2 Syfte**

Syftet med detta examensarbete är att med hjälp av de kunskaper som förvärvats under magisterutbildningen i ämnet Industriell design, ge ismaskinen ett tilltalande formspråk samt att utveckla och förbättra den befintliga funktionsmodellen så att maskinen kan serietillverkas. Designen skall tilltala kunder på en internationell marknad. De faktorer som skall beaktas i arbetet är visuellt uttryck, funktion, produktionsteknik, och i den mån det är möjligt, tillverkningskostnader.

Projektgruppens syfte med examensarbetet är att utvecklas och införskaffa erfarenheter inför framtida uppdrag. Dessutom ger detta projekt en indikation på redan förvärvade kunskaper. Att skapa företagskontakter under arbetet är även det ett syfte.

## **1.3 Mål**

Målet är att vid examensarbetets slut ha utvecklat den existerande funktionsmodellen till en fungerande produkt färdig för serietillverkning. Ismaskinen skall tilltala beställaren både vad beträffar funktion och visuellt uttryck. Vid arbetets avslutning skall samtliga, av maskinens ingående delar redovisas antingen i form av ritningsunderlag eller i utförliga produktdatablad. En rapport skall sammanställas och delges Igloolux samt Institutionen för arbetsvetenskap vid LTU. Slutligen skall en muntlig presentation av arbetet hållas.

## **1.4 Avgränsningar**

I examensarbetet skall inga formverktyg till formsprutning och vakuumformning av maskindetaljer tas fram. En fysisk produkt där maskinens innandöme och dess ytterhölje är integrerat kan av tekniska skäl inte framställas utan påkostade tillverkningsverktyg. Under projektet kommer inga hållfasthetsberäkningar utföras på plastdetaljer som skall tillverkas, eftersom det inte anses finnas någon risk för deformation.

## **1.5 Projektplanering**

Examensarbetet skall genomföras från mars, år 2002, till mars år 2003, enligt plan. Det delas upp i två huvuduppgifter. Den första delen behandlar maskinens ytterhölje, beträffande design, tillverkning och material. Den andra behandlar de anpassningar som gjorts för att få den existerande funktionsmodellen att fungera som en färdig produkt. Slutligen beskrivs hur dessa delar fungerar i samspel med varandra. Arbetet redovisas i mars, 2003. En detaljerad projektplanering återfinns i bilaga 18.

## 2 Teori

För att definiera och söka lösningar på de problem som framkommer i examensarbetet kommer hjälpmedel i form av teorier och metoder utnyttjas. Dessa är mestadels hämtade ur kompendiet *Produktutformning*, (Hamrin, 1993).

### 2.1 Informationsinsamling

”Den information som finns tillgänglig när man skall starta ett arbetsprojekt är ofta otillräcklig. Dessvärre händer det alltför ofta att även mycket stora projekt startas på helt otillräckligt underlag. Gäller det till exempel produktutveckling kan lusten att skapa något nytt och bättre vara så stark att man i sin iver går direkt på idéskapandet. I bästa fall upptäcks och tillgodoses behovet av mer fakta efter en tid, vilket medför omarbete och ändringar med åtföljande kostnader. I andra fall kan det efter ett betydande arbete bli totalstopp och omstart från nya utgångspunkter men i sämsta fall ett fullständigt genomförande av en idémässigt fin produkt som till exempel ”bara” har det felet att det saknar marknad.” (Hamrin, 1993).

#### 2.1.1 Allmän information om problemet

Denna kategoris information får man oftast när man första gången tar del av problemet. Här skapas en bild av hur problemet uppkommit och i vilka situationer problemet existerar. Här bedöms om något kan tillföras eller utvecklas för att eliminera problemet. Den allmänna informationen kan ofta förmedlas direkt från uppdragsgivaren.

#### 2.1.2 Brukar- och användarinformation

Här undersöks vem eller vilka som berörs av problemet och i vilken omfattning detta sker. Denna del är väldigt viktig för att vid projektets slut nå fram till rätt målgrupp.

#### 2.1.3 Marknadsinformation

Med hjälp av att söka marknadsinformation undersöks om det finns liknande produkter på marknaden. Om det finns bör man söka svar på frågorna:

- Vilka är de?
- Hur fungerar de?
- Vad kostar de?

#### 2.1.4 Färg- och formstudier

En studie som inte nämns i kompendiet *Produktutformning* är hur olika färger och former fungerar, och vad de förmedlar, i olika delar av världen. Detta anses dock viktigt eftersom ismaskinen är tänkt att säljas på en internationell marknad. Studien har utförts genom att med hjälp av Internet undersöka vad väletablerade internationella företag har valt för färg- och formspråk för sina produkter.

## **2.2 Problembestämmning**

Arbetet i ett projekt baseras på ett, eller flera, problem. Problemen måste definieras för att arbetet ska leda fram till det mål som är önskat. Problemet ska fastställas vid projektets start och granskas ihop med uppdragsgivaren för att klara upp eventuella missförstånd, så att projektet inte leds i fel riktning. Det gäller dock att inte upprätta onödiga begränsningar av lösningsmöjligheter i detta skede. I rapporten har metoden tillståndsbestämning nyttjats. När tillståndsbestämningen färdigställts kan problemet formuleras och ytterligare avgränsas för att fastställa omfattningen.

### **2.2.1 Tillståndsbestämning**

Med metoden tillståndsbestämning fastställs avvikelserna mellan nuläge och mål. Avvikelsen beror på en störning, ett hinder eller en brist och problemlösningen innebär att eliminera eller reducera störningen. Avvikelserna fastläggs då man svarat på frågorna:

- Hur är situationen i nuläget?
- Hur bör situationen vara för att målet skall uppfyllas?

När sedan avvikelserna är formulerade kommer dessa att utgöra grunden till problemformuleringen.

### **2.2.2 Problemformulering**

Att formulera problemet innebär att man klargör vad som egentligen är problemet. Problemet bör formuleras kort och koncist. Dessutom ska problemformuleringen inte hämma och begränsa den kreativa friheten.

### **2.2.3 Problemavgränsning**

Genom att fastställa problemets omfattning, processgränser, omgivning och brukare kan problemet avgränsas och ytterligare stramas till för att undvika onödiga utsvävningar under projektets gång.

## **2.3 Problemundersökning**

I kapitlet problemundersökning kommer en funktionsuppdelning och en föremålsuppdelning redovisas. Dessa utförs för att skapa ordning och struktur i vidare arbete. Genom funktionsuppdelningen söker man efter de funktioner som produkten har. Vissa funktioner är så viktiga att utan dem skulle produkten inte fylla sitt syfte, dessa kallas huvudfunktioner. Andra funktioner som stödjer och underlättar produktens användning, attraktivitet och tillverkning utan att vara nödvändiga kallas stödfunktioner. Genom föremålsuppdelningen undersöks vilka detaljer som tillsammans kommer att skapa helhetsuppfattningen av produkten.

## **2.4 Formbestämning**

Formbestämning innefattar ett stort antal moment, allt ifrån att söka problemlösning till att sedan bedöma och välja en slutlig lösning. För att på ett kreativt sätt komma fram till en lösning på problemet nyttjades metoderna brainstorming och kriterieviktning av koncept.

### **2.4.1 Kriterielistning**

Det finns ofta önskemål att produkten ska uppfylla vissa krav. Dessa kriterier listas och ska formuleras så kortfattat som möjligt.

### **2.4.2 Brainstorming**

Brainstorming används för att söka ett stort antal idéer till lösningar, de kan formuleras med hjälp av både skisser och text. I det första skedet av problemlösningen skall idéerna inte granskas kritiskt, de får gärna vara något utanför det vanliga och måste inte ha någon direkt verklighetsanknytning. Här eftersträvas kvantitet för att få fram ett stort antal förslag. Efter avslutad brainstorming väljs de förslag ut som anses intressanta att gå vidare med. Det finns även möjlighet att sammanföra fler förslag genom att ta lite idéer från vart och ett. När önskat antal förslag har tagits fram kan man fortsätta till nästa fas, viktningen.

### **2.4.3 Konceptviktning**

Här undersöks hur väl idéförslagen stämmer överens med de uppsatta kriterierna och betygsätts där igenom. Det förslag som efter viktningen har fått det högsta betyget anses bäst motsvara kriterierna. Det är dock viktigt att beakta att detta endast är en rekommendation och att man inte slaviskt måste följa viktningens resultat.

När det gäller produktens estetiska utformning väger designerns eget tycke och känsla tungt. Därför är det svårt att efter detta stadie använda specifika metoder för att nå fram till den slutliga utformningen, utan härifrån utvecklas designen mycket efter skaparens egen intuition. Uppdragsgivarens åsikter har även stor betydelse vid val av den slutgiltiga lösningen.

## **3 Metod för designprojekt**

### **3.1 Informationsinsamling för designprojekt**

En informationsinsamling före designprojekts uppstart innefattade allmän information, användarinformation, marknadsinformation och form- och färgstudier. Beskrivningar av de teorier och metoder som används återfinns i kapitel 2, Teori.

#### **3.1.1 Allmän information om problemet**

Uppdragsgivaren, Igloolux, har funnit ett behov av portabla ismaskiner på marknaden både för privat och kommersiellt bruk. Företaget önskar därför att utveckla en sådan produkt. Ismaskinens tekniska funktion och utformning var delvis framtagen i form av funktionsmodeller, som utvecklats av studenter vid KTH och LTU. Det som saknades för att göra maskinen fullkomlig var ett ytterhölje som skulle underlätta att locka köpare på en världsomfattande marknad. Utformningen av ytterhöljet lades helt i projektgruppens händer. Slutprodukten skulle om möjligt hålla sig inom måtten 300 mm × 300 mm × 400 mm.

#### **3.1.2 Användarinformation**

Maskinen skall brukas i hemmiljö, på hotellrum, i husvagn, båt eller i lastbilens förarhytt. Framtida försäljning av ismaskinen har för närvarande, främst, koncentrerats till medelhavsländerna, USA och Sydamerika, men Igloolux utökar hela tiden sitt arbetsfält. Människor från många olika länder och kulturer, i olika åldrar och med olika bakgrund kommer därför att bruka maskinen.

#### **3.1.3 Marknadsinformation om befintliga ismaskiner**

Världsmarknaden domineras av fem producenter av ismaskiner, Manitowoc, Scotsman, Hoshizaki, Kold-Draft och KitchenAid. Samtliga tillverkares maskiner är genomgående konstruerade av rostfritt stål med detaljer av svart plast. Det finns endast ett fåtal små bordsmaskiner men prisklassen vittnar om att de flesta är anpassade för restaurangverksamhet och inte för privat bruk. Samtliga maskiner är kompressordrivna. Bilder på ett antal av marknadens befintliga ismaskiner återfinns i figur 3.



Figur 3. Ett urval av marknadens befintliga ismaskiner.

### 3.1.4 Form- och färgstudie i olika länder

Företagen som valdes för studien var Philips, Samsung och Electrolux, eftersom dessa är väletablerade företag vars produkter återfinns i hushåll världen över. De produkter som främst undersöktes var hi-fi-produkter, hushållsmaskiner och vitvaror. Länder som valdes för undersökningen var vissa av de länder som ismaskinen är tänkt att säljas i; Turkiet, Italien, Tyskland, USA och Mexico.

Analysen visar att Philips säljer identiska produkter i samtliga undersökta länder. Philips inriktar sig däremot mycket mot olika målgrupper i produktdesignen. Det märks bland annat i en mer seriös framtoning av produkter för vuxna som till exempel kaffebryggare. Samtidigt kan man skönja det lekfulla inslaget hos företagets MP3- och minidisc-spelare som riktar sig till yngre köpare. Dessa har ofta ett skal i grå metallimitation men med färgglada knappar i osymmetriska former. Ett urval av Philips produkter visas i figur 4.





Figur 4. Ett urval av Philips produktsortiment.

Samsung använder inte mycket färgglada inslag i sin design, grått och vitt är genomgående färger. Företaget säljer mer lekfullt utformade produkter i USA än i Europa. De europeiska produkterna uttrycker mer lyx och elegans. Denna skillnad syns dock endast hos vissa produkter, medan resterande säljs i samtliga länder som fanns representerade på Samsungs hemsida. Samsung saknade dock hemsidor med produktinformation i såväl Turkiet som Mexiko. Vissa av de produkter som undersöktes presenteras i figur 5.



Figur 5. Vissa av de produkter som Samsung säljer på den globala marknaden.



Om undersökningen av Electrolux produkter kan nämnas att samtliga applikationer inte var lanserade i alla utvalda länder. De produkter som var representerade i samtliga länder skilde sig dock inte från varandra. Electrolux produkter sticker inte ut beträffande färg och form utan de är genomgående diskreta i färgton och formspråk. Det finns dock ett undantag, nämligen dammsugare som finns i alla möjliga färger och spännande former. Ett urval av Electrolux produkter presenteras i figur 6.



Figur 6. Ett urval av Electrolux produktsortiment.

## 3.2 Problembestämmning för designprojekt

I kapitlet bestäms vad problemet är med hjälp av metoden tillståndsbestämning. Detta leder sedan fram till en problemformulering. Kapitlet inkluderar även metoden problemavgränsning, se kapitel 2, Teori.

### 3.2.1 Tillståndsbestämning

#### 3.2.1.1 Hur situationen är i nuläget

Vid projektets start finns funktionsmodellen som utvecklats av studenter vid LTU vilken helt saknar en genomtänkt yttre design. Ytterhöljet har en kubisk form, tillverkad av plaststycken som hålls samman av aluminiumprofiler, se figur 2. Ytterhöljet döljer alla maskindetaljer, utom en slang som är placerad utanpå ytterhöljet och en fläkt på maskinens ovansida.

#### 3.2.1.2 Hur bör situationen vara för att målet skall uppfyllas

För att maskinen skall vara visuellt tilltalande för användaren bör den ha ett ytterhölje med ett väldefinierat formspråk. Ytterhöljet bör även innesluta alla komponenter som kan äventyra säkerhet och funktion. En inneslutning av komponenterna skulle ge produkten ett mer enhetligt uttryck. Dock är det viktigt att stor hänsyn tas till maskinens inandöme så att dess funktion inte försämras på grund av designen. Höljet bör vara anpassat för produktion.

### 3.2.1.3 Avvikelser

Avvikelserna är att det saknas ett genomtänkt ytterhölje, som dessutom kan ge produkten ett mer enhetligt utseende. Ytterhöljet innesluter inte alla maskinens komponenter vilket är önskvärt för att göra den mer hållbar och säkrare för användaren.

### 3.2.2 Problemformulering

Ett ytterhölje som ger ismaskinen ett intressant och tilltalande formspråk saknas. Givna detaljer för produkten, såsom isförvaringslåda, öppningar för luftgenomströmning, informationspanel, knappar och handtag, är inte integrerade så att formspråket blir enhetligt. Dessutom är maskinens säkerhet och hållbarhet bristfällig eftersom vissa komponenter placerats utanför ytterskalet.

### 3.2.3 Problemavgränsning

*Problemet omfattar* detaljlösningar för samtliga av produktens detaljer, såsom isförvaringslåda, öppningar för luftgenomströmning, informationspanel, knappar och handtag. Det saknas även en komplett beskrivning av produkten i helhet, samt en funktionsmodell med alla ingående detaljer.

*Processgränsen* sätts så att arbetet sträcker sig från designidé till färdig fysisk påsiktsmodell. Visualisering i form av skisser, renderade bilder och animeringar skall tas fram. Detaljritningar, 3-dimensionella modeller och materialdata skall överlämnas till uppdragsgivaren vid projektets slut.

*Omgivningen* där produkten kommer att marknadsföras är medelhavsländerna, Sydamerika och USA där den kommer att brukas av privatpersoner i miljöer såsom hem, hotellrum, husvagn, och båt.

## 3.3 *Problemundersökning för designprojekt*

Problemundersökningen innefattar metoderna funktionsuppdelning och föremålsuppdelning.

### 3.3.1 Funktionsuppdelning

Ismaskinens huvudsakliga funktion är att tillverka is. Stödfunktionerna är att förvara den is som tillverkas, att med hjälp av ett handtag underlätta förflyttning av maskinen och att med hjälp av en display eller dioder visa information.

### 3.3.2 Föremålsuppdelning

Uppdragsgivaren, Igloolux, har som önskemål att ismaskinen skall ha ett handtag så att den är lätt att förflytta. I maskinen kommer även en utdragbar låda att placeras där de färdiga isbitarna förvaras. En strömbrytare skall finnas och på-läget indikeras av en lysdiod. Det kommer även att finnas en knapp för att starta isproduktionen. Med hjälp av ismaskinens ytterhölje och de detaljer som tidigare nämnts kommer en helhet att skapas.

Föremålen utgörs av:

- Ytterhölje.
- Handtag.
- Förvaringslåda.
- Indikator för isproduktion.
- Strömbrytare.
- Startknapp för isproduktion.
- Kran för tömning av vatten.

### 3.4 Formbestämning av ismaskinen

Gällande ismaskinens estetiska utformning hade uppdragsgivaren inga konkreta önskemål. Projektgruppen fick därför fria händer att bestämma vad maskinen önskades uttrycka. Dessa uttryck sattes upp i en kriterielista, där maskinen önskades uttrycka:

- Att den tillverkar is.
- Hygien.
- Enkelhet.
- Stabilitet.
- Innehåll av kyligt medium.
- Lyx.

#### 3.4.1 Idéutveckling och skisser

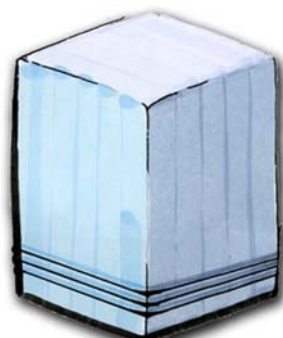
Vid det första mötet lades fokus på att utveckla en grundform som skulle passa för ismaskinen. Igloolux önskan var att ismaskinen i sitt slutförande, med ytterhölje, inte skulle överskrida måtten 300 mm × 300 mm × 400 mm, vilket även skulle innefatta isolering. Då det därför inte fanns utrymme att göra ytterhöljet mycket större än den box som innesluter själva maskineriet, kretsade brainstormingen mycket kring just en box. Under en dryg vecka utarbetades förslag, i form av skisser, på hur en box kunde omformas för att ge maskinen ett spännande formuttryck som beskrev kriterierna. Ett urval av skisserna visas i bilaga 23. Skisserna grupperades så att förslag som liknade varandra slogs samman till ett. Detta resulterade i att det i slutet av brainstormingen återstod sex stycken designförslag, se figur 7.



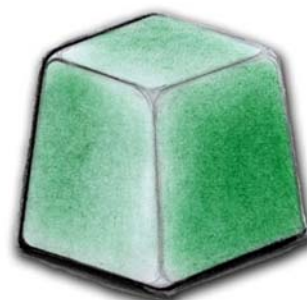
Förslag 1



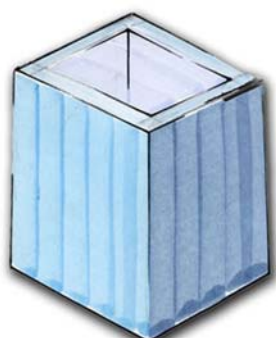
Förslag 2



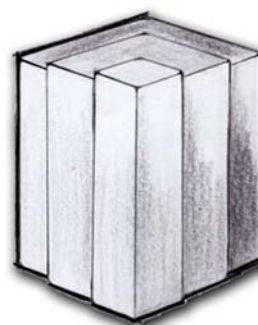
Förslag 3



Förslag 4



Förslag 5



Förslag 6

*Figur 7. De sex designförslagen.*

### 3.4.2 Viktning

De sex designförslagen bedömdes av en oberoende jurygrupp bestående av tre blivande designingenjörer, M. Johansson, J. Lorenz och P. Lindberg. De fick jämföra designförslagen med avseende på hur bra de uttryckte de givna kriterierna.

Bedömningen gjordes genom att det förslag som bäst stämde överens med det önskade uttrycket fick betyg 6 och sedan bedömdes resterande nedåt i betygsskalan till betyg 1. Genom denna rankning visade det sig att den oberoende jurygruppen ansåg att förslag 4 var lämpligast. Därefter kom förslag 6 och efter det förslag 1, se tabell 1.

Tabell 1. Kriterieviktning.

UTTRYCK	Förslag 1	Förslag 2	Förslag 3	Förslag 4	Förslag 5	Förslag 6
Stabilitet och tyngd	4	6	2	3	5	1
Innehåll av kyligt medium	4	2	5	3	1	6
Lyx	3	2	1	6	4	5
Att maskinen tillverkar is	6	3	5	2	1	4
Enkelhet	3	1	2	5	4	6
Estetisk uppfattning	4	2	1	6	3	5
Hygien	3	2	4	5	6	1
SUMMA	27	18	20	30	24	28

### 3.4.3 Idéer och förslag från jurygruppen

Jurygruppen gav vissa förslag till förändringar och förbättringar. Dessa förslag sammanfattas nedan:

- Markeringar på ytterskalets yta i form av linjer och färgändringar.
- Designförslag nummer 5 borde inte ha rundade hörn, det gör den för mjuk i formen.
- Ett runt displayfönster skulle vara en häftig detalj.
- Synliga skruvskallar på till exempel displayramen.
- Inga ben på maskinen, då blir den för klumpig.
- Handtag ingröpt i lådan så att det inte syns så mycket.
- Botten, handtag och andra detaljer i metall.

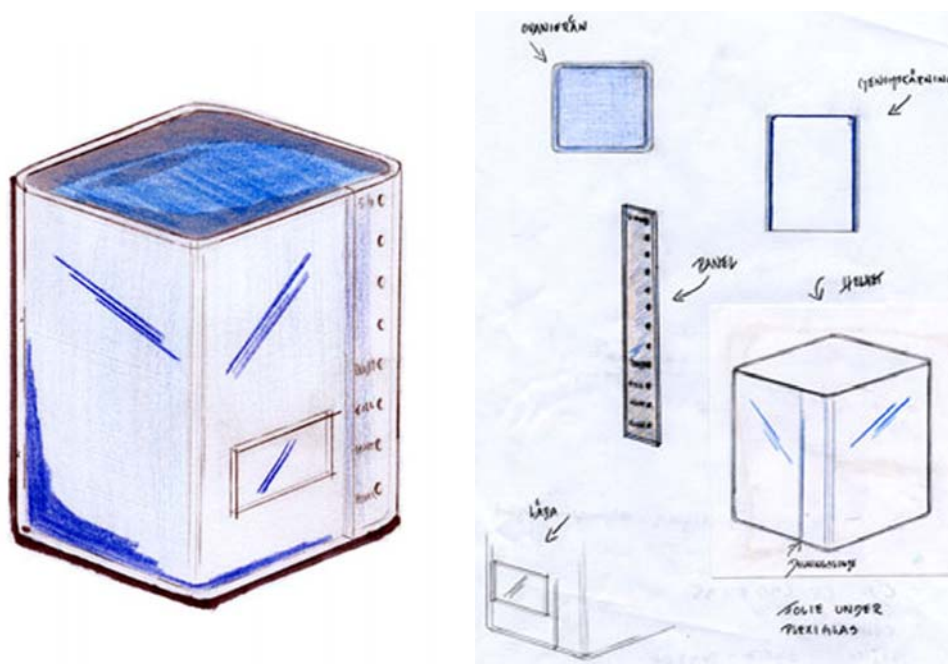
### 3.4.4 Fastställande av formen

Trots resultatet i viktningen kändes det viktigt att fortsätta fundera över och modifiera de förslag som framtagits. Anledningen till detta var att inget förslag kändes helt naturligt och självklart att jobba vidare med. Efter en egen genomförd viktning i projektgruppen framkom förslag nummer 5 som det högst rankade konceptet, trots att det fått relativt få poäng i första viktningen. Eftersom projektgruppen ansåg att det egna tycket var det viktigaste för det enskilda arbetet, valdes att lägga tyngden på den sista viktningen. Anledningen till att detta koncept blev rankat högt vid den egna viktningen var att den formen var extremt enkel och hade, i projektgruppens ögon, ett tydligt och tilltalade formspråk. Dessutom var den lätt att placera och montera i hotellrum och köksmiljöer. En kubisk form blir lätt att producera och underlättar logistik vilket leder till ökad vinst. Formen stämmer dessutom överens med önskade uttryck. Vidare kunde detaljerna och materialet på ismaskinen göra att den fick en spännande framtoning trots sin enkla form.

### 3.4.5 Detaljskisser

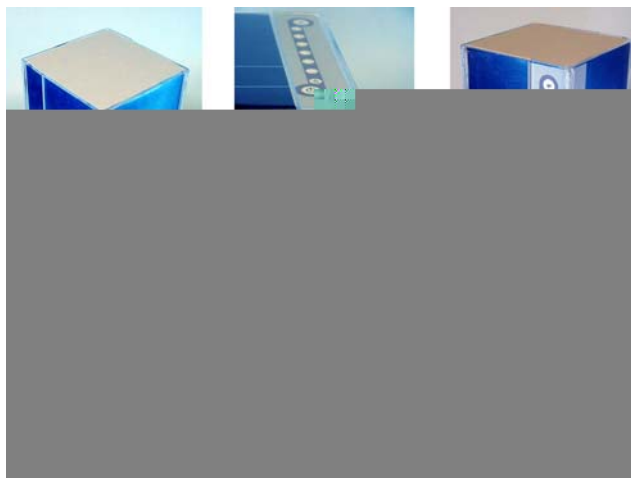
Det utvalda formförslaget genomarbetades noggrant vad beträffade de ingående detaljerna, ytterhölje, handtag, förvaringslåda för is, startknapp för isproduktion, indikator för isproduktion och öppning för luftgenomströmning.

Trots ett antal skisser blev det svårt att få ut något nytt och matnyttigt, så det gemensamma skissandet avbröts för att istället ge rum för individuellt skissande. Vid ett möte en kort tid senare jämfördes de individuellt skissade förslagen och resultaten var överraskande lika varandra. Detta ledde till en snabb beslutprocess där ett formförslag med detaljlösning presenterades, se figur 8.



Figur 8. Formförslag med detaljlösningar.

En modell i skala 1:2 byggdes för att visa konceptförslaget för uppdragsgivarna, se figur 9.



*Figur 9. Modell av konceptförslag.*

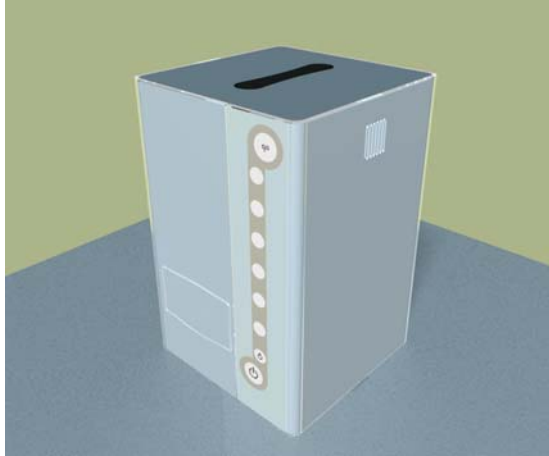
### **3.4.6 Första designmötet med uppdragsgivaren**

Ett möte genomfördes med J. Larsson, VD på Igloolux, för att ge honom tillfälle att tycka och tänka omkring designförslaget. Målet var att kunna ”frysa” designen. Det framtagna förslaget var ämnat att passa i hemmets köksmiljö men vid mötet framgick att önskemålen från J. Larssons sida snarare var att det skulle passa i ett vardagsrum. Genom att förändra den grafiska utformningen skulle man kunna få maskinen att passa i vardagsrum. J. Larsson önskade dock ge formen mer liv genom att infoga nivåskillnader i skalet.

### **3.4.7 Korrigering och validering av förslag**

För att tillfredställa uppdragsgivaren omarbetades det förslag som tidigare presenterats till fyra stycken varianter. Det första var dock likt det tidigare men med andra färger, se förslag 1, figur 10. Genom att låta ett hörn på maskinen sjunka in något bröts den kubiska formen och maskinen gavs ett mer oregelbundet utseende. Dessutom bröts fronten av med hjälp av grafiken, se förslag 2, figur 10. Det tredje förslaget var att den plana ytan bevarades och bröts med hjälp av olika färger, se förslag 3, figur 10. Det fjärde hade både ett insjunket hörn och frästa mönster i höljet, se förslag 4, figur 10. Utöver dessa fyra förslag designades två nya som inte påminde om de övriga, förslag 5 och 6, figur 10. Anledningen var att J. Larsson tidigare sett dessa former i det tidigare skisstadiet och ansåg att formerna vara intressanta. Samtliga sex förslag modellerades upp i det datorbaserade modelleringsprogrammet Studio, från Alias Wavefront, för att ge dem en mer verklighetstrogen prägel. De visades upp för J. Larsson som fastnade för förslag nummer 4 och önskade att projektgruppen skulle arbeta vidare med detta.

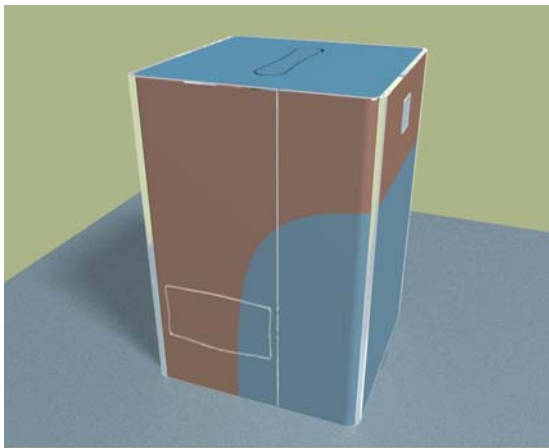




Förslag 1



Förslag 2



Förslag 3



Förslag 4



Förslag 5



Förslag 6

*Figur 10. De sex omarbetade förslagen.*



### 3.4.8 Omarbetning av förslag

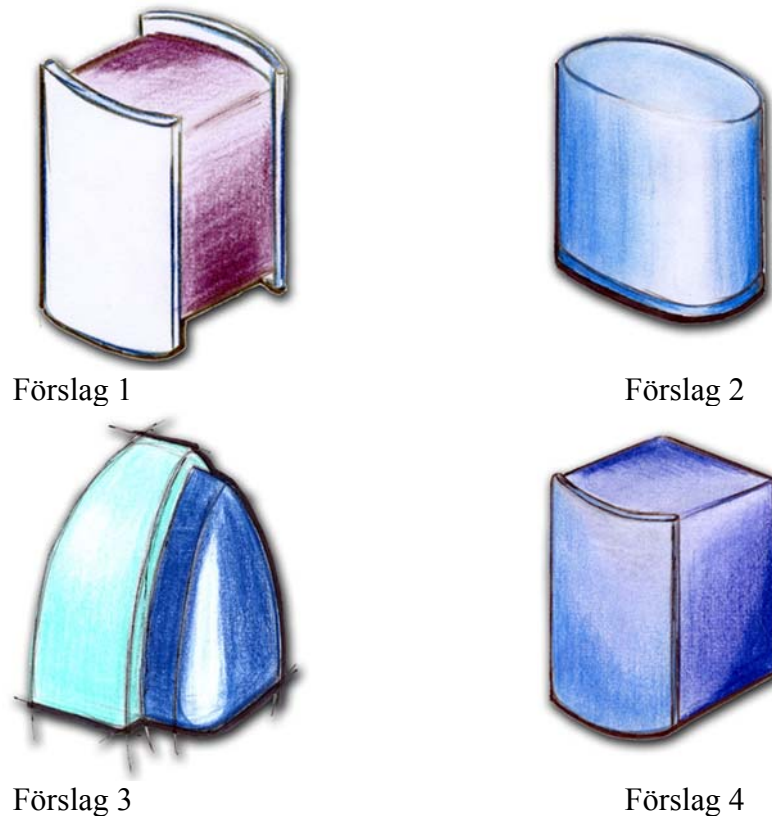
För att få respons från en designer med många års erfarenhet diskuterades förslaget vidare med handledaren Magnus Fredriksson. Han ansåg att formen var alltför enkel och att många intressanta och spännande detaljer var det enda som kunde få formen att komma till sin rätt. Efter detta möte söktes fler åsikter från industridesignern Jari Lepistö. Hans råd var att inte lyssna för mycket på andra utan att göra det som känns rätt. Några av de förslag han ändå gav var att placera ett fönster på isförvaringslådan som förvarar isen så att användaren kan se in i denna och på så sätt avgöra hur mycket is den innehåller.

Projektgruppen ansåg att det förslag J. Larsson önskade vidareutveckling av inte motsvarade de planer projektgruppen haft. Anledningen var att den enkla och rena formen hade kompromissats till något som inte överensstämde med tidigare önskemål. I och med detta bestämdes att allt tidigare arbete skulle läggas åt sidan. En nystart var den enda möjliga utvägen!

### 3.4.9 Total omarbetning av design

På grund av designens felaktiga inriktning påbörjades designprocessen på nytt i form av en skissfas med en aning annorlunda utgångspunkt. Nu önskades maskinen mer uttrycka en känsla av interiör. Dessutom gavs formen mer frihet där mindre hänsyn togs till kriterierna, vilket ledde fram till ett mer naturligt formspråk.

Nya idéer bearbetades och ledde fram till fyra formförslag som kändes intressanta och stimulerande att arbeta vidare med, se figur 11.



Figur 11. De fyra nya formförslagen.

### 3.4.10 Viktning enligt eget tycke

För att inte återupprepa misstaget och för att få variation i arbetet, utfördes denna viktning helt efter eget tycke. Det känns viktigt att kunna lita på det egna omdömet i designprocessen och inte bli för influerad av andra. Vid en bedömning som denna är designerns tycke det viktigaste då hans design skall uttrycka egna känslor och tankar. Man måste då tillåtas att använda sitt personliga formspråk utan att ifrågasättas. Med detta menas inte att man inte skall söka kritik då detta är ett mycket viktigt verktyg i designprocessen, men måste även kunna få uttrycka sig utan motivering.

”Uppslag till lösningar dyker upp, prövas, förkastas och dyker upp igen. Så får man en vision, ibland genast, ibland senare. Den tror jag på. Jag vill inte analysera sönder den.” (Holm, 1990).

Efter diskussion omkring de fyra förslagen rådde inga tvivel om att det var förslag 1 som kändes naturligtast att arbeta vidare med. De avgörande egenskaperna var:

- En upplyft konstruktion som ger ett luftigare intryck.
- Rundare former som ger ett elegantare och lyxigare intryck.
- Flera sammansatta ytor som ökar spänningen i formen.
- Formen blir en del i rummets interiör.
- Intressanta möjligheter till placering av knappar.

Dessa egenskaper lyfte absolut designen en önskad nivå!

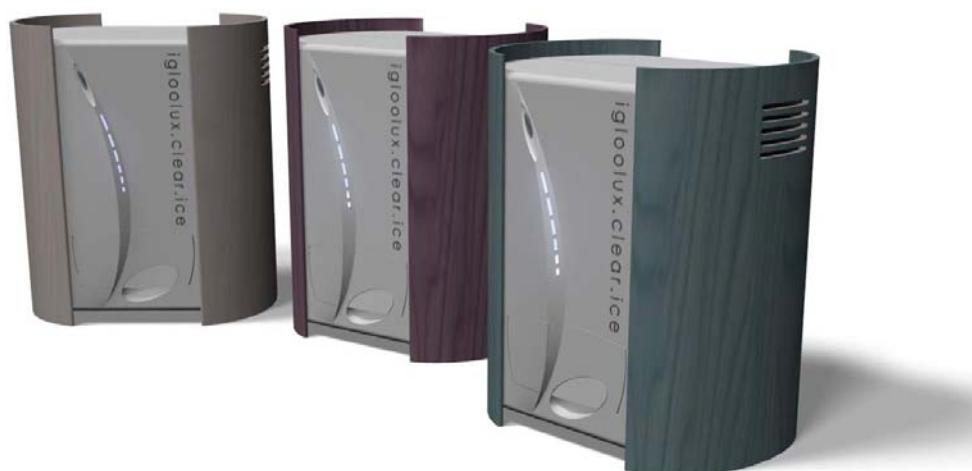
### 3.4.11 Slutgiltigt fastställande av design

Genom viktning, estetik och tekniskt tänkande väljs denna idé ut till att bli det slutgiltiga förslaget. Det ansågs uppfylla de ambitioner som fanns och de kriterier som satts upp för produktens utformning.

Formspråket är mycket väl överrensstämmande med det faktum att produkten skall passa till rummets interiör i de flesta hotell- och vardagsrum, och utgöra en utsmyckning. Brukaren skall känna att han eller hon får ett mervärde tack vare att en exklusiv ismaskin finns tillgänglig i rummet. Hotellägaren skall känna att de kan erbjuda sina kunder en lyxvara och på så sätt höja hotellets standard.

### 3.4.12 Andra designmötet med uppdragsgivaren

Ytterligare ett möte med J. Larsson ordnades för att ge ett nytt tillfälle att tycka och tänka om det omarbetade designförslaget. Målet var att kunna ”frysa” designen på detta förslag. Meningen var att denna gång motsvara de tankar och förhoppningar om att den skall passa in i ett vardagsrums interiör. Förslaget modellerades och renderades ut i verklighetstroga bilder för att ge uppdragsgivaren en så korrekt bild som möjligt av förslaget, se figur 12. J. Larsson blev mycket nöjd med förslaget och var därför beredd att förkasta det tidigare godkända. Vid mötet beslutades även att produktnamnet för ismaskinen skulle vara Igloolux.Clear.Ice. Ritningar av ytterhöljet och panelerna finns i bilaga 1 och 2. Renderade bilder visas i bilaga 19 – 21.



Figur 12. Slutliga designförslaget.

### 3.4.13 Materialval

#### 3.4.13.1 Ytterhöljet

Ytterhöljet har en komplex form vilket kräver att den tillverkas i ett lättarbetat och lättformat material. Det naturliga valet är därför plast. På grund av höljets komplexitet rekommenderas formsprutning vid tillverkning av detaljen. För att söka en plast som passar för ändamålet utfördes en kravspecifikation, se bilaga 16. Ett önskemål från projektgruppen som prioriterades högt var att plasten skulle vara transparent, vilket skulle ge ett djup och spännande brytningar i materialet. I samrådan med företaget Polykemi i Ystad valdes PMMA som en lämplig plast för ändamålet. PMMA, även kallad Akryl, uppfyllde de krav som fanns formulerade i specifikationen. Med en transparent plast skulle dock alla föremål under skalet synas, vilket inte är önskvärt. Genom att lacka plasten på insidan avhjälpas detta problem, samtidigt som djuphetskänslan kvarstår.

#### 3.4.13.2 Panelerna

Att panelerna på maskinen skall bestå av trä har varit en idé som projektgruppen haft sedan grunddesignen bestämdes. Anledningen är att detta kommer få maskinen att lätt passa in i en rumsmiljö och till och med betraktas som en del av interiören. Dessutom uttrycker det lyx och elegans. Det fanns även ett hopp om att med hjälp av träpaneler kunna ge en känsla av genuint svenskt vilket kan vara intressant att förmedla på en global marknad. Eftersom träpanelen är lite välvd i sin form kan den göras ganska tunn men ändå förbli stabil och bära upp resten av maskinen.

Träpanelerna kan med lätthet formpressas. För att göra dem tåliga mot väta kan de bestrykas med ett tunt lager Melaminplast. Detta ger en skyddande yta likt den som finns på serveringsbrickor. En kontakt har skapats med företaget Bendinggroup i Nybro, som gärna åtar sig ansvaret att formpressa och ytbehandla panelerna.

### 3.4.14 Färgval

För att ismaskinen inte skall stå ut för mycket i en inomhusmiljö, valdes vitt i två nyanser till dess hölje. En vit nyans appliceras på ytterskalets insida och panelerna vitlaseras. För att fortsätta på designens linje om ett enkelt, rent och hygieniskt uttryck för maskinen kommer med största sannolikhet ett ljust träslag användas. Då maskinen önskas ha ett genuint svenskt utseende, skall lämpligtvis ett svenskt träslag nyttjas. Panelerna laseras för att behålla känslan av trä och samtidigt uppfattningen av renhet. Eftersom ytterskalet är i transparent akryl som lackats på insidan, ger den en känsla av klarhet och renhet, samtidigt som den ger ett djup i materialet.

Då Akrylen lackas på insidan ger detta uppdragsgivaren möjlighet att i framtiden fritt välja färger och mönster till maskinen. Projektgruppen valde dock den vita färgen för den första provserien.

### 3.4.15 Detaljlösningar

Av de detaljskisser som arbetades fram, se bilaga 22, användes bara ett fåtal. Önskan var att detaljerna på ett naturligt sätt skulle kunna integreras och passa med den övriga designen. Med designförslagets form som grund utarbetades en helhetslösning. Den

innehåller handtag, öppningar för luftgenomströmning, fronten av lådan som förvarar isen, de önskade knapparna och informationspanelen.

#### 3.4.15.1 Handtag

Handtaget integreras så att formen inte störs av det. En idé var att låta handtaget sjunka in i maskinens ovansida så att den fortfarande var plan när handtaget var intryckt. Projektgruppen anser dock att den nya designformen uttrycker interiör och ville därför avlägsna känslan av att maskinen skall bäras runt. I samrådan med J. Larsson beslutades därför att handtaget skulle avlägsnas från maskinen och att det skall finnas en separat lyftanordning som kan sättas på maskinen om användaren vill bära runt på den. Konstruktionen av lyftanordningen är sådan att den sätts runt hela maskinen med hjälp av två spännband. Spännbanden placeras så att de även håller isförvaringslådan på plats så att den inte kan ramla ut under transport. Handtaget tillverkas av en vitlaserad rundstav med diametern 27 mm. I den frästes spår där en stav i plexiglas, diameter 10 mm, placeras. Den har funktionen att hålla spännremmarna på plats. Valet av material var helt naturligt eftersom maskinen tillverkas i just trä och plexiglas. Figur 13 visar handtagets design. Ritningar finns i bilaga 8.



Figur 13. Ismaskinens handtag.

### 3.4.15.2 Öppningar för luftgenomströmning

Öppningar för luftgenomströmning har en bestämd placering på grund av konstruktionens utformning. Öppningar kommer att placeras på sidorna, ovanpå och på baksidan av maskinen. Dessa är utformade som figur 14 visar. Då öppningarna är ganska många och stora kändes det naturligt att göra en enkel och diskret form, annars fanns risk att öppningarna skulle ta över hela formen.



Figur 14. Öppningar för luftgenomströmning.

### 3.4.15.3 Knappar

Knappar reduceras till ett så litet antal att användaren inte skall kunna misstolka dem. På baksidan av maskinen är en strömbrytare placerad. Då denna är i på-läge kommer maskinen att kylas av Peltierelementen och fläktarna kommer att arbeta. På framsidan finns endast en knapp vilken i på-läge kommer att starta produktion av is.

### 3.4.15.4 Tidsindikering

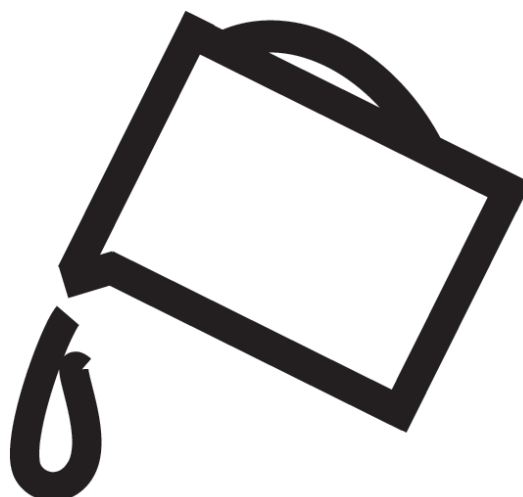
Tidsindikeringen är uppbyggd av fem stycken lysdioder. Anledningen till att 5 stycken dioder valdes trots att enkelhet eftersträvas är för att få en uppfattning av att en process pågår i maskinen. Dessa tänds allt eftersom isen blir färdig. Då isen finns tillgänglig för brukaren är samtliga lysdioder tända. Projektgruppen funderade länge på vad som borde indikeras och hur det skall göras. Bland annat diskuterades en display där information visas i form av text, detta hade kunnat ge utförliga upplysningar om vad som händer i ismaskinen. Dock kändes det överdrivet då maskinens syfte ändå inte är särskilt komplicerat. Diskussionen resulterade slutligen i att ju färre knappar och indikationer panelen omfattar desto lättare kommer det vara att förstå den. Därför beslutades att en indikering skall visa att isen är färdig. Detta hade kunnat göras enklare än med de fem dioderna men dessa valdes för att ge fronten av maskinen ett spännande inslag. Det valdes att ge dioderna blått eller vitt sken då detta påvisar just teknik, kyla och exklusivitet. Diodernas placering presenteras i figur 15. Produktdata för dioderna och dess hållare visas i bilaga



Figur 15. Dioderna som visar när isen är klar.

#### 3.4.15.5 Markering för påfyllning av dricksvatten

Markering för att fylla på dricksvatten placeras vid isförvaringslådan, där dricksvattnet skall fyllas på. När allt vatten i maskinen är förbrukat tänds en diod vid markeringen fyll på vatten som indikeras av en symbol. Detta är den enda symbol som kommer att finnas på maskinen. Symbolen kändes nödvändig främst för att man skall veta att det faktiskt måste fyllas på vatten. Placeringen gör att man kan förstå var vattnet skall fyllas på. Symboler har undersökts i boken Ideogram och symboler (C.G Liungman, 1999) men ingen symbol för just ändamålet ”fyll på vatten” har hittats, att en droppe betyder vätska framgick dock tydligt. Symbolen bestående av en kanna och en droppe tydliggör funktionen, se figur 16.



Figur 16. Symbol för påfyllning av vatten.



## 4 Metod för konstruktionsprojekt

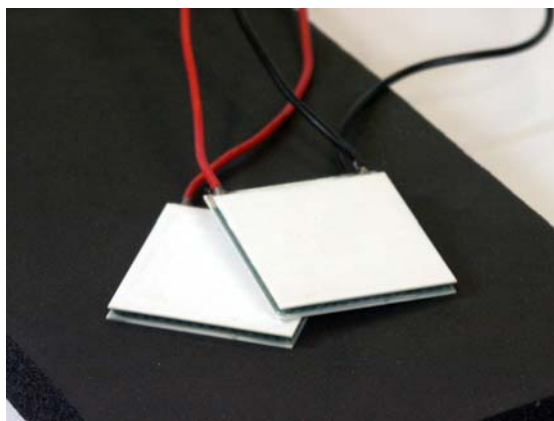
### 4.1 Inledning för konstruktionsprojekt

En nyckel till god anpassning mellan konstruktion och design är att dessa möts så tidigt som möjligt i produktens utveckling. Till formgivningstekniken hör parallellen att på samma sätt som designern söker en naturlig form för produkten, skall konstruktören försöka finna den naturligaste vägen till att skapa en god konstruktion. Här fodras ett öppet och prestigefritt samarbete mellan konstruktör och designer. I projektgruppens fall var detta inget problem då designer och konstruktörer är samma personer.

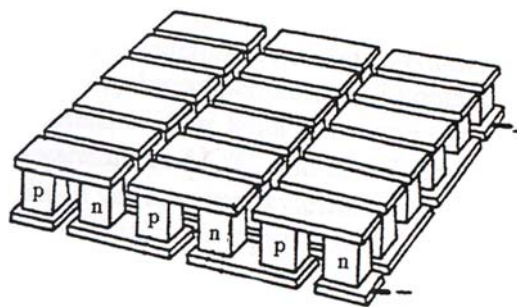
#### 4.1.1 Informationsinsamling för konstruktionsprojekt

Genom att ta del av och granska de rapporter som tidigare behandlat ismaskinens konstruktion läggs en stadig grund att arbeta vidare på.

Den befintliga funktionsmodellen är konstruerad så att två Peltierelement, se figur 17, utgör kylningen av maskinen. Peltierelement utnyttjar den så kallade termoelektriska effekten (även kallad Seebeckeffekten) för att alstra kyla. Den termoelektriska effekten uppstår genom att två olika elektriskt ledande material löds ihop till ett termoelementpar. När en spänning läggs över dessa antar elementen i paret olika temperaturer. Ett Peltierelement är uppbyggt av ett antal seriekopplade termoelementpar. Beroende på termoelementparens placering blir den ena sida kall och den andra varm. En schematisk bild av uppbyggnaden visas i figur 18 där p och n motsvarar olika material.



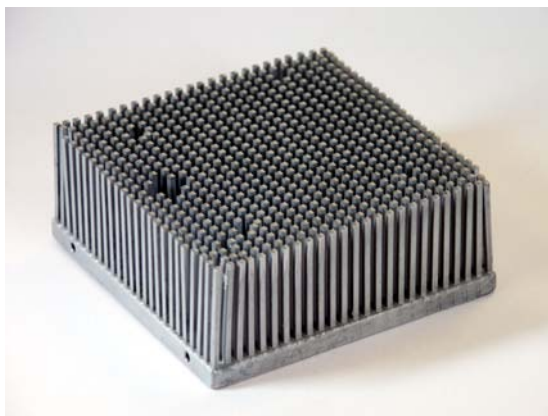
Figur 17. Peltierelement.



Figur 18. Peltierelementets uppbyggnad.

Peltierelementets ena sidan är monterad till en fläns, se figur 19. Flänsens uppgift är att föra bort den värme som Peltierelementen alstrar på sin varma sida. Ju mer värme som förs bort desto lägre temperatur antar dess kalla sida. Ju större flänsens yta är desto mer värme kan den föra bort från maskinen. För att effektivisera flänsen ytterligare har en fläkt monterats på den. Fläkten kyler flänsen genom att sätta luften i och runt den i rörelse.

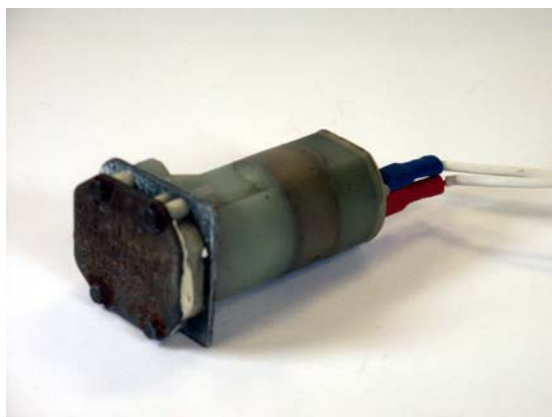




Figur 19. Flänsen från den befintliga funktionsmodellen.

Peltierelementens andra sida har i sin tur monterats till en kylplatta av aluminium. Om flänsen för bort nog med värme från Peltierelementens varma sida kommer den kalla sidan att anta en temperatur under  $0^{\circ}\text{C}$ . Kylan överförs till kylplattan som även den efter hand antar en temperatur under  $0^{\circ}\text{C}$ .

Då plattan är nedkyld till önskad temperatur startas en pump, se figur 20, vilken trycker vatten från en vattentank och upp till ett sprinklerrör, se figur 21. I sprinklerröret är ett antal hål uttagna genom vilka vattnet sprutar upp på kylplattan. Plattan lutar för att det vatten som inte hinner frysa när det strilar över plattan i en jämn ström skall rinna tillbaka ned i vattentanken och därifrån återanvändas. Plattans lutning är vald till densamma som växthustak,  $27^{\circ}$ , detta är nämligen den ultimata lutningen för att vattnet inte skall droppa från plattan utan rinna längs med den tills det byter riktning vid den lodräta väggen.

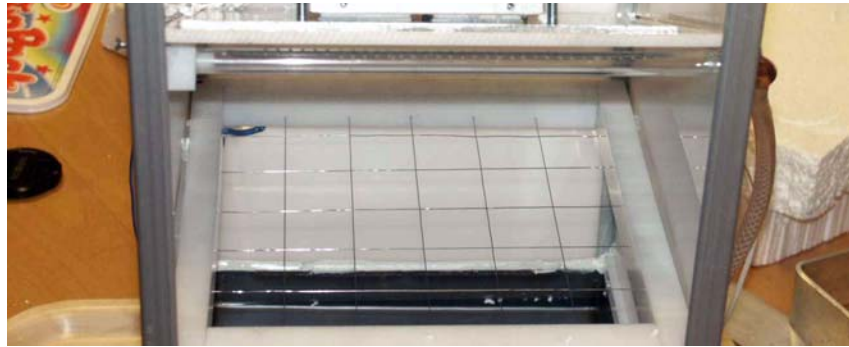


Figur 20. Pump.



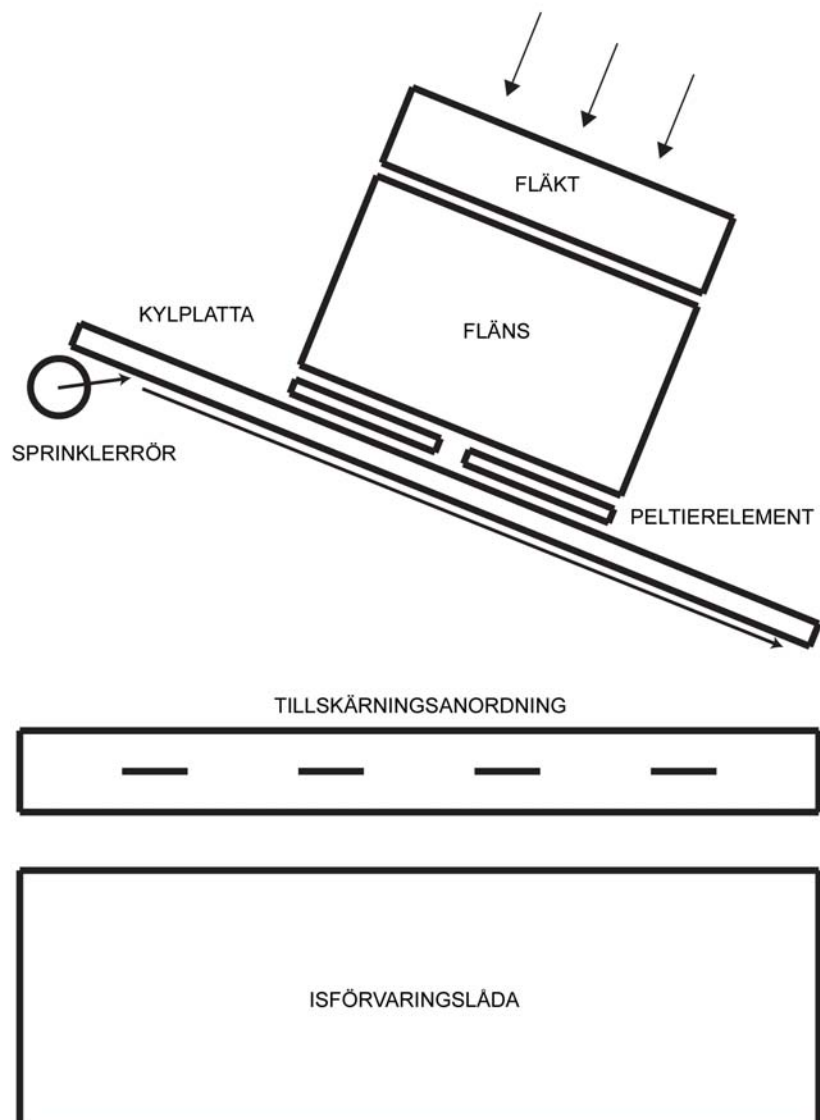
Figur 21. Sprinklerrör.

Efter att vatten har fryst på plattan och bildat en iskaka, reverseras Peltierelementen för att istället utveckla värme på den sida som är monterad mot kylplattan. Den iskaka som bildas och sitter fast på kylplattans undersida, släpper och faller ned på en skäranordning. Skäranordningen består av ram i vilken så kallade kanthaltrådar bildar ett rutnöst mönster, se figur 22. Då en spänning läggs över trådarna värms de upp och antar en temperatur hög nog att skära iskakan till bitar som faller ned i isförvaringslådan.



Figur 22. Isskärningsanordningen.

En schematisk bild över ismaskinen visas i figur 23.



Figur 23. Schematisk bild över ismaskinen.

## **4.2 Problembestämmning för konstruktionsprojekt**

Vad problemet i ismaskinens tidigare konstruktion är kunde fastställas först då funktionsmodellen testkörts. Efter ett antal testkörningar och ytterligare granskning av tidigare rapporter framkom ett antal problem i konstruktionen. Det lättaste sättet att formulera problemet och samtidigt få en god överblick över dem var att lista upp dem i punktform:

- Kylplattans temperatur underskrider aldrig  $0^{\circ}\text{C}$ , vilket medför att ingen is kan bildas.
- Vattnet rinner så fort över plattan att det aldrig hinner frysa även om plattans temperatur ligger under  $0^{\circ}\text{C}$ .
- Inte heller isförvaringslådan kan hålla en temperatur på  $0^{\circ}\text{C}$  eftersom kylplattan vars kyla skall spridas i maskinen inte är tillräcklig. Detta medför att is inte kan förvaras i 14 dagar.
- De Peltierelement som använts i maskinen har sin maximala effekt vid ungefär 14 V. Om maskinen drivs på 12 V kommer maximal effekt inte kunna alstras ur Peltierelementen.
- Fläkten och pumpen håller en oacceptabelt hög ljudnivå som inte kan tillåtas i rumsmiljö.
- Det finns ingen möjlighet att tömma vatten ur maskinen utan att vända den upp och ned.
- Om man bär omkring på maskinen kan vattnet i tanken skvalpa ut.
- Den isolering som omger maskinkonstruktionen är mycket bristfällig vilket medför läckage av kyla från maskinen.
- Funktionsmodellen läcker så att vatten rinner ut ur maskinen.
- Slangarna mellan pump och sprinklerröret ligger utanpå maskinen och de är inte isolerade.

## **4.3 Problemundersökning för konstruktionsprojekt**

Vid problemundersökning av konstruktionen görs en föremålsuppdelning med dess aktiviteter för att få en överblick över vilka delar som ingår i den. En helhet av konstruktionen inkluderar följande komponenter:

- Hölje att fästa de ingående komponenterna i. Höljet skall även fungera som ett vattentätt skal som skall innesluta allt vatten som cirkulerar i systemet.
- Peltierelement som skall kyla maskinen till önskad temperatur.
- Fläns med monterad fläkt som skall föra bort värme från ismaskinen.
- Kylplatta på vilken iskakan skall bildas.
- Skäranordning bestående av en ram med ett rutmönster av kanthaltrådar. Dess uppgift är att skära iskakan till bitar.
- Isförvaringslåda som lagrar isbitar som ännu inte förbrukats.

Dessutom önskas att:

- Vattentanken skall rymma det vatten som ännu inte omvandlats till is, eller det smältvatten som bildas då isbitarna i isförvaringslådan smält.
- Isoleringen skall bevara kylan i ismaskinen och isolera den från omgivningens temperatur.

#### **4.4 Problemlösning och utformning av konstruktion**

Ett antal problem hade dykt upp under problembestämmningen, vissa mer akuta att lösa än andra. Det viktigaste var dock att vid problemlösningens slut ha eliminerat samtliga problem.

##### **4.4.1 Effektivisera kylanordningen**

Den tidigare konstruktionen i funktionsmodellen kylar inte vattnet tillfredställande. Vattnet fryser inte då maskinen drivs på sin fulla effekt. Anledningen är att temperaturen på kylplattan på vilken vattnet skall frysa aldrig understiger  $0^{\circ}\text{C}$ . Detta kan bero på att Peltierelement, kylfläns, kylfläkt eller kylpasta inte är nog effektiva. En annan anledning kan vara att monteringen av dessa komponenter inte har utförts med nog god precision.

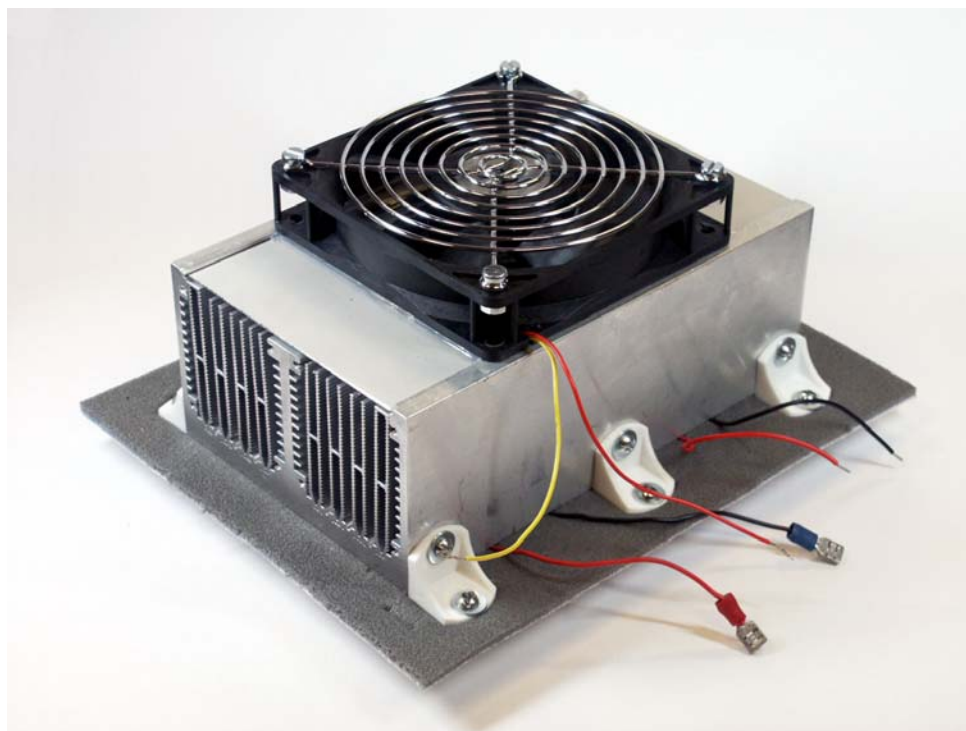
###### **4.4.1.1 Peltierelement**

De Peltierelement som följer med funktionsmodellen är svåra att definiera då produktdata saknas i såväl KTH:s som LTU:s rapport. Med hjälp av återförsäljare av Peltierelement har det framkommit att det troligen rör sig om elementen CP1.4-127-06L, tillverkade av företaget Melcor. Dessa Peltierelement har en effekt på 51,4 W och skall teoretiskt vara nog effektiva för att kunna anta en temperatur under  $0^{\circ}\text{C}$ . Nya Peltierelement med högre effekt valdes för att göra nedkylningsprocessen snabbare än tidigare. Ett Peltierelement räcker egentligen för att kyla kylplattan. Det tar dock längre tid och dessutom koncentreras kylan till den punkt, där Peltierelementet sitter. Genom att använda två stycken Peltierelement sprider man kylan bättre över plattan. Däremot kräver två Peltierelement dubbelt så mycket av flänsen när det gäller att föra bort den värme som alstras. Ännu jämnare spridning hade kunnat åstadkommas genom att använda ännu fler Peltierelement på kylplattans ovansida men detta bidrar till att väldigt mycket värme måste föras bort från Peltierelementens ovansida. Dessutom skulle det krävas mycket hög ström för att driva dessa. Genom avvägning avseende kyltid, värmebortförsl och strömstyrka ansågs därför två Peltierelement tillfredställande.

De Peltierelement som används har beteckningen UT8-12-40-F1 och de har en maxeffekt på cirka 70 W. De har volymen  $40\text{ mm} \times 40\text{ mm}$  med höjden 3,3 mm. När de drivs maximalt, krävs en spänning på 16 V och en ström på 14,5 A. Det arbetar dock bättre vid 12 V och en ström på 6 A vardera, enligt säljare på Melcor, eftersom de då alstrar mindre värme. Att byta Peltierelement till några med högre effekt skulle betyda att även spänningen och strömmen skulle öka. Detta är oacceptabelt eftersom maskinen skall kunna drivas med 12 V. Det valda spänningsaggregatet klarar heller inte att driva fler än två Peltierelement. Produktdata för elementen återfinns i bilaga 10.

#### 4.4.1.2 Kylfläns och fläkt

Precis som för Peltierelementen saknas givna data för den fläns som är placerad i funktionsmodellen. Flänsen är liten men täcker ändå Peltierelementens yta. Genom att skaffa en fläns med större area än den föregående kan värmen som alstras från Peltierelementens varma sida snabbare föras bort. För att kunna utforma ytterskalet som önskat med ventilationsöppningar på maskinens sidor har en tunnelfläns valts vilken passar utmärkt på kylplattans ovansida. Den valda tunnelflänsen har två fläktar monterade i tunnelns ena öppning vilka blåser luft genom flänsen och kyler den med hjälp av omgivande luft. Fläktarnas ljudnivå är dock alltför hög och kan betraktas som direkt störande i rumsmiljö, dessutom uppstår ett vinande ljud i tunneln. De små fläktarna togs därför bort och viss modifikation av flänsen genomfördes. Slutligen placerades en större fläkt på flänsens ovansida, se figur 24. Fläkten trycker luft ovanifrån och ut genom flänsens sidoöppningar. Luftgenomströmningen blir mycket effektivare och dessutom blir konstruktionen så gott som helt tystgående. Att ljudnivån sjunker beror på att den större fläkten inte kräver samma höga varvtal för att föra igenom samma mängd luft genom flänsen som de två små fläktarna. Dessutom försvinner det vinande ljudet i tunneln. Flänsen med beteckningen LA V 7 har använts, produktdata för den i sitt grundutförande återfinns i bilaga 9. Fläkten som använts har beteckningen SD1225PT-12HBW, dess produktdata finns i bilaga 8.



Figur 24. Fläns med monterad fläkt.

#### 4.4.1.3 Kylplatta

Den övre ytan av kylplattan som Peltierelementen skall fästas på, måste vara absolut plan för att ge bästa möjliga kontakt. Vid granskning av kylplattan som finns i den befintliga funktionsmodellen visade det sig att den buktade. Dessutom är ytfinheten inte den bästa. Istället byts plattan till en som är helt planslipad och dessutom har en ytfinhet på  $0,35 \mu\text{m}$ , på den sida som ligger mot Peltierelementen. I KTH:s rapport beskrivs att kylplattan inte bör vara tjockare än 9 mm. Projektgruppen valde därför plattans tjocklek till 8 mm.

En annan viktig begränsning är att skruvarna som håller fläns och kylplatta samman orsakar termisk kortslutning. Den termiska kortslutningen resulterar i att värme överförs från fläns till kylplatta och det medför att kylplattan värms. Genom att istället montera ihop kylplatta och fläns med hjälp av plastvinklar och rostfria skruvar avhjälps problemet.

Den gamla kylplattan är starkt räfflad på den sida där isen skall tillverkas för att öka kylarean och för att få vattnet att strila jämnare över plattan. Den nya plattan är dock helt plan, med en ytfinhet på ungefär  $0,5 \mu\text{m}$ , på den sida där isbitarna bildas, för att ge isbitarna en jämn och vacker yta, se figur 25. En ritning av kylplattan finns i bilaga 4.



Figur 25. Kylplatta.

#### 4.4.1.4 Kylpasta

Att kylpastan placeras i ett jämnt lager, om cirka 0,5 mm, både på över- och undersida av Peltierelementen är viktigt för att det skall bli god kontakt med kylplatta och fläns. Ett slarvigt pålagt lager av kylpasta kan sänka Peltierelementens kylförmåga med flera grader. Pastan bör vara av god kvalitet med en hög termisk ledningsförmåga.

#### 4.4.1.5 Isolering mellan kylplatta och fläns

Mellan kylplatta och fläns bildas en luftspalt lika hög som Peltierelementens tjocklek, 3 mm. Mellan kylplatta och fläns kan det skilja cirka  $60^\circ\text{C}$  i temperatur, luftspalten borde därför isoleras. Den bästa möjliga isolering är stillastående luft. Då detta är svårt att åstadkomma valdes en slags rörtejp med isolerande förmåga. Den kan ej garanteras att ge det bästa möjliga resultat men ansågs ändå värt att testas.



#### 4.4.1.6 Montering

Det viktigaste arbetet med optimeringen av kylanordningen är monteringen. Efter att kylpasta stryks på Peltierelementens båda sidor placeras de på kylplattans ovansida. Runt Peltierelementen läggs sedan isolering tills den täcker hela kylplattan. Vidare läggs flänsen ovanpå och hela paketet pressas ihop, för att kylpastan skall verka maximalt. För att skapa en stabil konstruktion utan risk för termisk kortslutning monteras fläns och kylplatta ihop med hjälp av plastvinklar, se bilaga 15, och rostfria skruvar. Resultatet blir då tillfredställande och kylplattan når temperaturen  $-6^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.4.2 Effektivisera pårinning

##### 4.4.2.1 Sprinklerrör

Det fungerande kylpaketet monterades in i den gamla funktionsmodellen för att undersöka hur vattnet frös på plattan. Vatten strilade över kylplattan men inget av det frös till is. Det kunde konstateras att kylplattan måste vara avsevärt mycket kallare om vattnet skall hinna frysa under den korta tid som det strilar över plattan innan det sedan rinner vidare tillbaka ner i vattentanken. Denna temperatur är absolut omöjlig att uppnå med hjälp av Peltierelement. En alternativ lösning för pårinning var nödvändig.

##### 4.4.2.2 Sprinklermunstycke

Projektgruppen var överens om att vattnet måste rinna över plattan med väldigt låg hastighet och i en ytterst liten mängd. Flera idéer diskuterades men det förslag som bedömdes vara mest lämpligt var att montera två sprinklermunstycken i riktning mot kylplattan och med hjälp av pumpen spraya vatten i ett fint moln över plattan. Så kallade oljemunstycken, se figur 26, testades och de avgav ett perfekt moln av små vattendroppar över plattan. Vattnet frös dock fortfarande inte och det berodde på att flödet fortfarande var för stort. Genom att låta munstyckena spraya i korta intervaller med en minuts uppehåll mellan gångerna kom genombrottet, och vattnet frös för första gången till is på plattan! Detta medför också en del andra, oavsiktliga, positiva följder. Kylplattans lutning är inte längre viktig eftersom det kommer så lite vatten åt gången att det inte hinner droppa av innan det fryser. Detta gör att vibrationer och instabilitet i underlaget inte påverkar maskinen nämnvärt. Det munstycke som används har beteckningen 030F8132, produktdata för sprinklermunstycket återfinns i bilaga 11.



Figur 26. Sprinklermunstycken.

### 4.4.3 Effektivisera pump

#### 4.4.3.1 Medföljande pump

Den pump som finns i funktionsmodellen är en spolarpump för vindrutespolare i bilar. Vid testkörning av funktionsmodellen uppfyllde pumpen ismaskinens krav på funktion och kapacitet. Pumpens ljudnivå var dock oacceptabel, likaså var livslängden på pumpens motorenhet mycket kortare än vad som krävdes för en pump i den slutliga maskinen. De enda säkert fastställda data som finns för den befintliga pumpen är dess fysiska mått; längd 140 mm och diameter 50 mm.

#### 4.4.3.2 Kriterier för pump

Utan att riktigt veta vad en ny pump behöver prestera för att pressa vatten genom munstyckena, sattes vissa kriterier upp. Den nya pumpens fysiska mått bör ej överskrida den gamla pumpens. Ljudnivån skall vara så låg som möjligt. Pumpen bör ha en livslängd på cirka 7 år. Möjlighet att byta ut motorn i pumpen, eller hela pumpen skall finnas, om pumpens livslängd inte motsvarar maskinens. Pumpens material måste vara livsmedelsgodkänt och resistent mot permanent kontakt med vatten. Pumpen skall drivas på 12 V eller 24 V.

#### 4.4.3.3 Val av pump

Genom informationssökning på Internet hittades omkring 30 företag som tillverkar eller säljer olika slags pumpar. Dessa undersöktes och det resulterade i fortsatt kontakt med företaget Aldax AB, som säljer små vätskepumpar. Expertis på Aldax föreslog tre olika vattenpumpar med varierande livslängd och prestanda.

Dessa pumpar testkördes eftersom de uppsatta kriterierna mest var antaganden. Genom testerna framkom att endast en pump uppfyller alla de krav som satts upp. Den pumpar 2 liter per minut och trycket är 1 bar, vilket behövs för att trycka vatten genom sprinklermunstyckena. Dessutom är pumpen med dess tillhörande motor helt tystgående, den är livsmedelsgodkänd och drivs på 12 V. Pumpen har beteckningen FLG 02 och är tillverkad av ASF Thomas i Tyskland, se figur 27. Produktinformation återfinns i bilaga 12.



Figur 27. Pump.



#### 4.4.4 Utveckla isförvaringslåda

Lådan i maskinen där isen förvaras skall rymma 1,5 kg is. Eftersom isen delad i bitar kommer att ta upp en större volym än exakt 1,5 dm<sup>3</sup> måste lådan överdimensioneras. Vid frysning av 1,5 kg is i bitar visade en mätning att lådan behöver ha en volym på minst 2 dm<sup>3</sup>. Då lådans bas är bestämd för att passa i konstruktionen är det lådans höjd som får avgöra volymen. Lådans bas har sidorna 232 mm och 190 mm, vilket ger höjden 45 mm för en volym på exakt 2 dm<sup>3</sup>.

Temperaturen i isförvaringslådan får inte understiga 0°C, då det finns risk för att isbitarna fryser ihop. Om temperaturen ligger just över 0°C kommer isbitarna långsamt att smälta i lådan. Smältvattnet måste föras bort ur lådan och detta kommer att ske genom ett antal hål som placeras längst bak i lådans botten. Anledningen till hålen placering är att brukaren skall kunna dra ut lådan nästan helt, utan att vatten skall droppa genom hålen och ut utanför maskinen. Vattnet droppar istället från lådan och direkt ned i underliggande vattentank. För att smältvattnet skall söka sig mot hålen längst bak i lådan måste lådans botten luta ned mot dem. Samtidigt skall lådans undersida vara plan för att lådan skall kunna föras in och ut ur maskinen. Lådans utförande beskrivs i ritningar i bilaga 6.

#### 4.4.5 Utveckla vattentank

Vattentanken är placerad i innerhöljets nedre del. Denna skall rymma 1,5 l vatten. Dock valdes att överdimensionera denna något för att den inte skulle fyllas till bredden då vattnet hälldes i. Vattentankens volym valdes således till 1,8 dm<sup>3</sup>. Detta ger vattentanken måtten 220 mm×180 mm×45 mm, som framgår av ritningen i bilaga 1. I vattentankens botten finns en pip som kopplas till en slang genom vilken vattnet rinner från vattentanken till pumpen. För att vattentanken skall hålla tätt i överkant, så att vatten inte skvalpar ut, försluts den med ett avtagbart lock. För att smältvattnet som kommer från isförvaringslådan ändå skall kunna rinna ned i tanken kommer locket att vara sluttande ned mot ett hål, se ritning i bilaga 7.

#### 4.4.6 Effektivisera skäranordning

Skäranordningen i den tidigare funktionsmodellen fungerade tillfredställande. Trots detta valdes kanthaltrådar med högre resistans för att på detta sätt kunna minska den tillförda effekten men ändå behålla samma temperatur i trådarna. Ramen i vilken kanthaltrådarna skall sitta bör vara av ett plastmaterial som klarar temperaturer upp till trådarnas arbetstemperatur, 70°C. Ritningar av ramen återfinns i bilaga 5 och kanthaltrådarna har en diameter 0,3 mm med resistansen 19Ω.

#### 4.4.7 Effektivisera isolering

I den tidigare funktionsmodellen består isoleringen av frigolit. Detta ger en bristfällig isolering då den inte sluter tätt kring maskinen. Dessutom är frigoliten stel och otymplig. På marknaden finns en isolering som går under handelsnamnet Armaflex och tillverkas av företaget Armacell. Enligt Armacell skall isoleringen vara 30 mm tjock för att kunna stänga ute omgivande temperatur på 35°C då innertemperaturen i maskinen är 0°C. Denna isolering är både töjbar och flexibel vilket resulterar i att isoleringen kan sluta tätt runt maskinen. Även slangarna som går ut från maskinen och ned till pumpen bör isoleras för att vattnet i slangarna inte skall påverkas av omgivande temperatur. Armacell har en rörisolering som skulle passa för ändamålet. Produktdata för Armaflex isolering återfinns i bilaga 14.

#### 4.4.8 Optimering av höljet

Höljet är det som maskinens alla komponenter är fästa i. Detta är placerat inne i maskinen och inte synligt för brukaren. Höljet skall även vara helt vattentätt och klara de krav som ställs för livsmedelsgodkännande. En kravspecifikation för vad materialet skall tåla finns i bilaga 17. Det viktigaste är att höljet rymmer alla de komponenter som det är ämnad för. Om vattentanken är integrerad i höljet, som formas i ett stycke, slipper man läckage i kritiska områden. Eftersom det måste vara möjligt att öppna höljet för att placera komponenterna eller byta ut dessa vid reparation, delades det i två delar. Höljet är anpassat så att sprinklersystemet är optimalt utnyttjat. Det är därför nödvändigt att göra det något högre än det tidigare. Ovanpå vattentanken placeras ett lock, dels för att motverka att vatten skvalpar ut ur maskinen men även för att vattnet, som är varmare än maskinens innertemperatur, skärmas av. Höljet beskrivs ritningar i bilaga 3.

##### 4.4.8.1 Materialval

Det inre höljet har en komplex form vilket kräver att det tillverkas i ett lättarbetat och lättformat material. Höljet kan formsprutas eller vakuumformas beroende på kostnad och kvantitet. En kravspecifikation utfördes beträffande val av material, se bilaga 17. Efter samråd med Polykemi valdes ABS som en lämplig plast för ändamålet.

##### 4.4.8.2 Hygien

Ismaskinen skall utan svårigheter kunna rengöras. Smuts och avlagringar kommer främst att bildas i isförvaringslådan och i vattentanken. Dessa delar är därför åtkomliga för grundlig rengöring utan att maskinen måste demonteras. Isförvaringslådan är löstagbar vilket gör att den är lätt att rengöra, samma sak gäller för vattentankens lock. När dessa detaljer avlägsnats är vattentanken åtkomlig för rengöring. Vatten som används för rengöring av maskinen kan sedan tömmas genom en kran på maskinens baksida. Maskinen är genomgående hopmonterad med skruvar för att medge demontering vid behov av grundligare rengöring. När den demonterats kan önskade detaljer lossas och rengöras.

#### 4.4.9 Tömning

Det skall vara möjligt att tömma maskinen på vatten. Därför placeras en kran på baksidan av maskinen. Kranen är direkt kopplad till vattentanken. En kulventil tillsluts och öppnas med hjälp av ett litet handtag placerat bredvid kranen, se figur 28. Produktdata för ventil och kran finns i bilaga 13.



*Figur 28. Kran.*

#### 4.4.10 Fästanordningar

Det inre höljet monteras ihop med hjälp av skruvar, mellan de båda höljena placeras en tätninglist för att inget vatten ska kunna läcka ut. Då det inre höljet har placerats i isoleringen ryms det precis i det yttre höljet. Därför behöver det inte fästas i ytterhöljet utan kommer att hållas fast med hjälp av tryck. Pumpen och elektronikkomponenterna placeras under innerhöljet och isoleringen. Ytterhöljet monteras ihop under träpanelerna med hjälp av skruvar. Hur dessa skruvhål ska vara utformade måste bestämmas av det företag som ska tillverka höljena. Anledningen är att skruvhålen utformas olika beroende på om höljet vakuumformas eller formsprutas. Träpanelerna skruvas slutligen på, även här måste tillverkaren avgöra hur detta ska ske.

## 5 Marknadsföringsunderlag för Igloolux

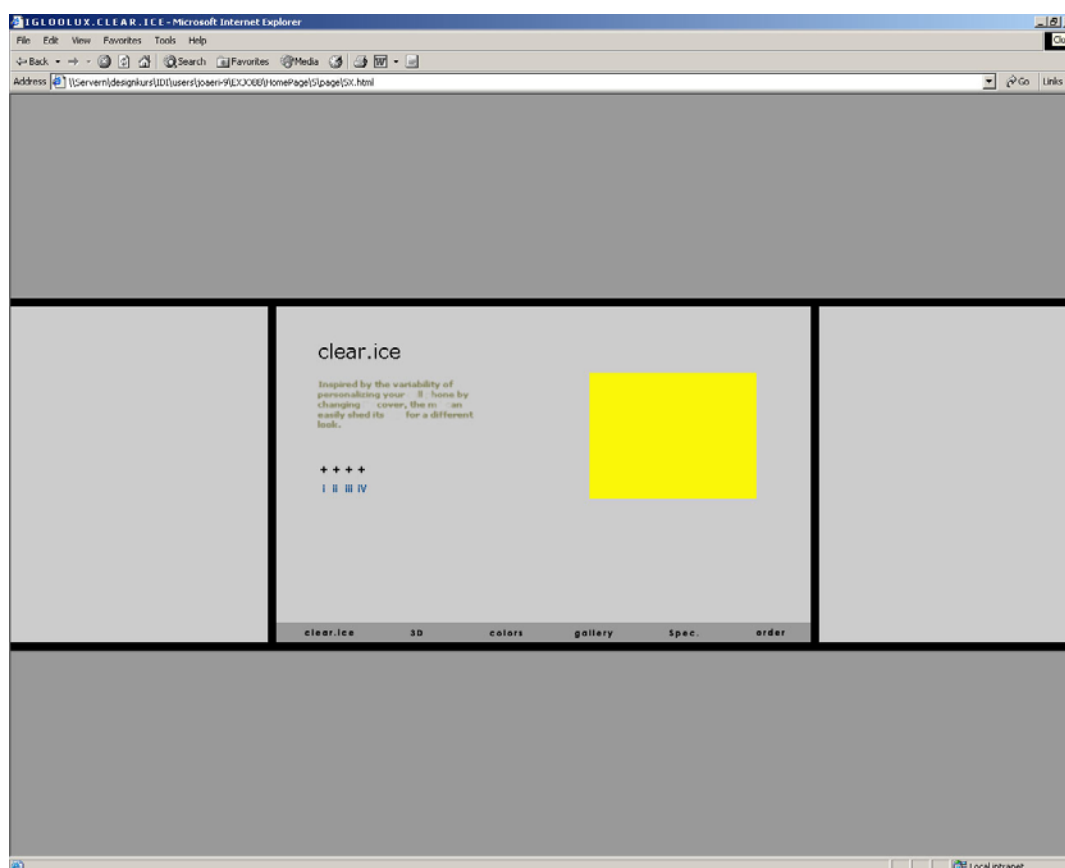
Utöver ramen för examensarbetet har marknadsföringsunderlag producerats i form av en företags- och produktlogotyp och en hemsida för företagspresentation. Detta underlag presenteras kortfattat i denna rapport.

En logotyp för företaget och produkten har tagits fram då detta saknades. En anledning var att det kändes som en förmån att få namnge ismaskinen. För att logotypen skulle samverka med designen gjordes den enkel och stilren, se figur 29.



Figur 29. Logotyp och produktamn.

Även en hemsida framtogs för att Jörgen Larsson skulle kunna lansera produkten över Internet. Denna utgör även ett informationsställe för produktens intressenter, se figur 30.



Figur 30. Produkthemsida.

## **6 Underlag för slutpresentation**

Slutredovisningen kommer att utgöras av en muntlig presentation. För att underlätta för dess åhörare kommer renderingar av produkten att visas.

### **6.1 Påsiktsmodell**

För att ge en korrekt bild av maskinens proportioner och placering av detaljer, byggdes en fysisk påsiktsmodell. Denna modell visar endast det yttre av maskinen och har inga inbyggda funktioner. Lådan som är placerad på funktionsmodellens framsida går ej att dra ut. Dioderna går dock att tända för att ge den en något mer verklig framtoning. Påsiktsmodellen levereras till uppdragsgivaren vid arbetets slut.

## 7 Resultat

Designen utarbetades så att den skulle passa brukare i hemmiljö, hotellrum och fritidssektorn på en global marknad. Den uttrycker stabilitet, enkelhet, hygien, brukarvänlighet och elegans tack vare sin utformning. Maskinen är tillverkad i transparent plexiglas, PMMA, som lackerats på insidan för att ge ett djup i höljet och spännande brytningar i ytan. Paneler i formpressat trä ger maskinen ett modernt uttryck och skapar en känsla av delaktighet i rum och interiör. Isen förvaras i en utdragbar låda som är lätt tillgänglig för brukaren. Ett handtag har utvecklats för att ge brukaren möjligheten att flytta maskinen. Bild av maskinen visas i figur 31.

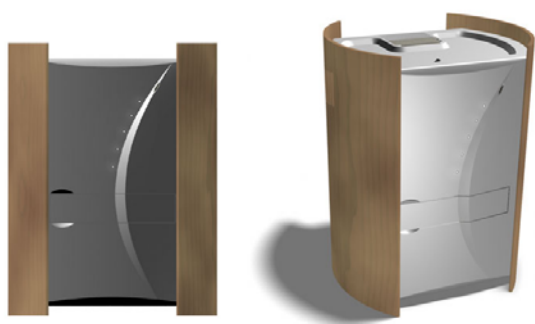
Genom att ersätta sprinklerröret med sprinklermunstycken minskades vattenflödet avsevärt vilket resulterade i att vatten verkligen kunde frysas.

Kylanordningen har effektiviserats genom att ersätta den gamla flänsen med en som har större värmeöverföringsförmåga. Resultatet blev att plattan kyls ned till  $-6^{\circ}\text{C}$ .

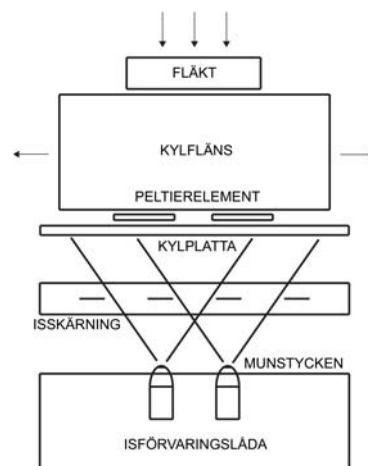
En helt tystgående pump med önskad kapacitet driver vattenflödet i maskinen.

Genom att konstruera innerhöljet i endast två delar, med integrerad vattentank, minimeras risken för läckage.

Produktionsunderlag har framtagits för de komponenter som kommer att tillverkas. Utförliga produktdatablad finns presenterade för de färdiga komponenter som används i maskinen. En schematisk bild av maskinens konstruktion visas i figur 32.



Figur 31. Maskinens utseende.



Figur 32. Maskinens konstruktion.

## 8 Diskussion

I första delen av arbetet applicerade vi problemlösningsmetoder på varje idé som uppkom och genomförde en hel designprocess på detta sätt. Vi trodde att man skulle stoppa in alla idéer som uppkom i den yttre processen, som innefattar de allmänna processerna som går att dokumentera, och vrida och vända på dessa med hjälp av viktningar. Vi trodde även att alla beslut som togs måste motiveras. Alla tankar vi hade stoppade vi därför in i den yttre processen, som är menad att styra arbetet, och därigenom styrdes våra idéer för hårt i början. Vi analyserade sönder våra idéer genom att utvärdera allt vi tänkte och skapade. Då vi tillät oss mer frihet i designarbetet kändes resultatet mycket mer naturligt. Detta på grund av att vi lät den inre processen, föreställningar och känslor, ta större plats och lät egna tankar vandra fritt och utvecklas utan gränser. Att ta hänsyn till den inre processen är viktig för att över huvud taget kunna genomföra en designprocess med ett lyckat resultat.

Funktionsuppdelningen kan anses bristfällig vilket beror på att missuppfattning uppstått under studier av designprocessen. Vi har uppfattat det som att funktionsuppdelningen endast innefattar en huvudfunktion och ett fåtal stödfunktioner. Vår examinator, Dennis Pettersson, beskriver dock att funktionsuppdelningen skall bestå av en huvudfunktion och en uppsjö av stödfunktioner. Detta kommer vi absolut att ta i beaktande vid nästa designarbete.

Trots att utformning av hemsida och logotyp har legat utanför examensarbetets gränser har vi valt att ta med våra förslag i rapporten för att detta känns relevant för arbetets helhet.

Planeringen har tidsmässigt följts överraskande precist vilket visar att vår förmåga att planera projekt har utvecklats under utbildningens gång. Trots att ett normalt examensarbete skall utföras under en tjugoveckorsperiod har detta projekt bedrivits under ett år. Anledningen är att vi under tiden haft anställning som konsulter på företaget och därför valt att redovisa arbetet i sitt fulla utförande vid anställningens slut.

Produktionsunderlag i form av ritningar och datamodeller bör ses över av företag med kompetens inom området vakuumformning och formsprutning. Om ändringar är nödvändiga kan dessa göras utan vårt medgivande.

Förslag till monteringsfästen har givits i rapporten. Vi vill att dessa granskas av det företag som kommer att tillverka höljena, då vi anser att expertis krävs för att på ett produktionsekonomiskt sätt kunna montera ihop maskinen.

Vi har enbart tagit allmän hänsyn till de ekonomiska aspekterna. Under framtagandet av funktionsmodellen har priser för de ingående detaljer som införskaffats inte tagits hänsyn till.

Isoleringen i funktionsmodellen är hopmonterad av skivor som limmats i fogarna. Vid serietillverkning bör dessa formsprutas för att minimera monteringskostnader. Då vår kunskap om formsprutning av isolering är ofullkomlig överläts detta till ett företag som är verksamt inom området.



Genom att öka avståndet mellan fläns och kylplatta underlättas nedkylningen av plattan på grund av minskad termiskt ledning.

Våra förhoppningar i början av projektet var att lyckas få ner volymen av maskinen. Då sprinklermunstycken ersatte sprinkleröret ökade volymen av innandömet på grund av att spridningen av vattnet kräver ett visst avstånd till kylplattan.

## 9 Referenser

### Litteratur

Lennart Holm. (1990). Rita hus. Stockholm.  
ISBN 91-86050-25-7

Gustaf Rosell. (1990). Anteckningar om designprocessen. Stockholm.  
ISBN 91-7170-045-5

Sveriges Mekanförbund. (1976). Maskiners form och gestalt – Industridesign.  
ISBN 91-524-0312-2

Å. Hamrin & M. Nyberg. (1993). Produktutformning.

C.G Liungman. (1999). Ideogram och symboler. Stockholm.  
ISBN 91-7151-125-3

M. Afghani, C. Hägg, E. Lindström. (2001). Utveckling av kompakt & portabel maskin för produktion av isbitar. KTH. Stockholm.

H. Björk, M. Eksedler, M. Eriksson. (2002). Vidareutveckling av funktionsmodell för tillverkning av isbitar. LTU. Luleå.

### Internet

Sony Inc. <<http://www.sony.com>> 2002-03-19

Panasonic Inc. <<http://www.panasonic.com>> 2002-03-19

Philips Inc. <<http://www.philips.com>> 2002-03-19

Electrolux AB. <<http://www.electrolux.com>> 2002-03-19

Samsung Inc. <<http://www.samsung.com>> 2002-03-19

Scotsman Inc. <<http://www.scotsman-ice.com>> 2002-03-20

Hoshizaki Inc. <<http://www.hoshizaki.com>> 2002-03-20

Kold-Draft Inc. <<http://www.kold-draft.com>> 2002-03-20

KitchenAid Inc. <<http://www.kitchenaid.com>> 2002-03-20

Armaflex <<http://www.armaflex.com>> 2003-03-05

Melcor <<http://www.melcor.com>> 2003-03-05

Danfoss <<http://www.danfoss.se>> 2003-03-05

Aldax <<http://www.aldax.se>> 2003-03-05

Broen <<http://www.broen.com>> 2003-03-05

Fischer <<http://www.fischerelektronik.de>> 2003-03-05

Sinwan <<http://www.sinwan.com>> 2003-03-05

Theofils beslag <<http://www.theofils.se>> 2003-03-05