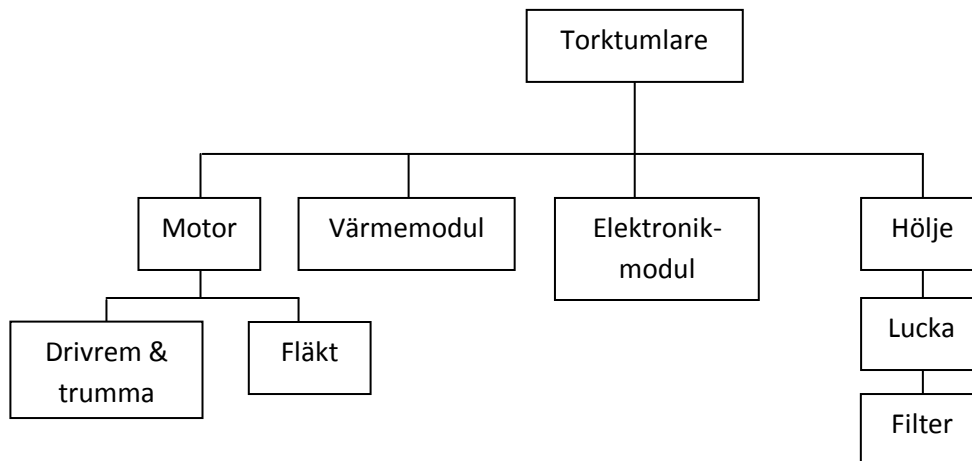


## 7 Konstruera konceptet

### 7.1 Systemarkitektur

#### Modularisering och träddiagram över modulernas gränssnitt

Vi har delat upp torktumlaren i moduler utefter vårt funktionella diagram. De moduler vi kom fram till var följande:



Figur 1, modulträddiagram

Träddiagrammet ovan visar gränssnittet för de olika modulerna i produkten. Hur de är knutna till varandra och på vilken nivå de befinner sig.

#### Modulbeskrivningar

Modul 1: motor

Motorns uppgift är att få trumman att snurra. I dagsläget är det en elmotor som tillverkas av en underleverantör och köps in av tillverkaren av torktumlaren.

Modul 2: drivrem och trumma

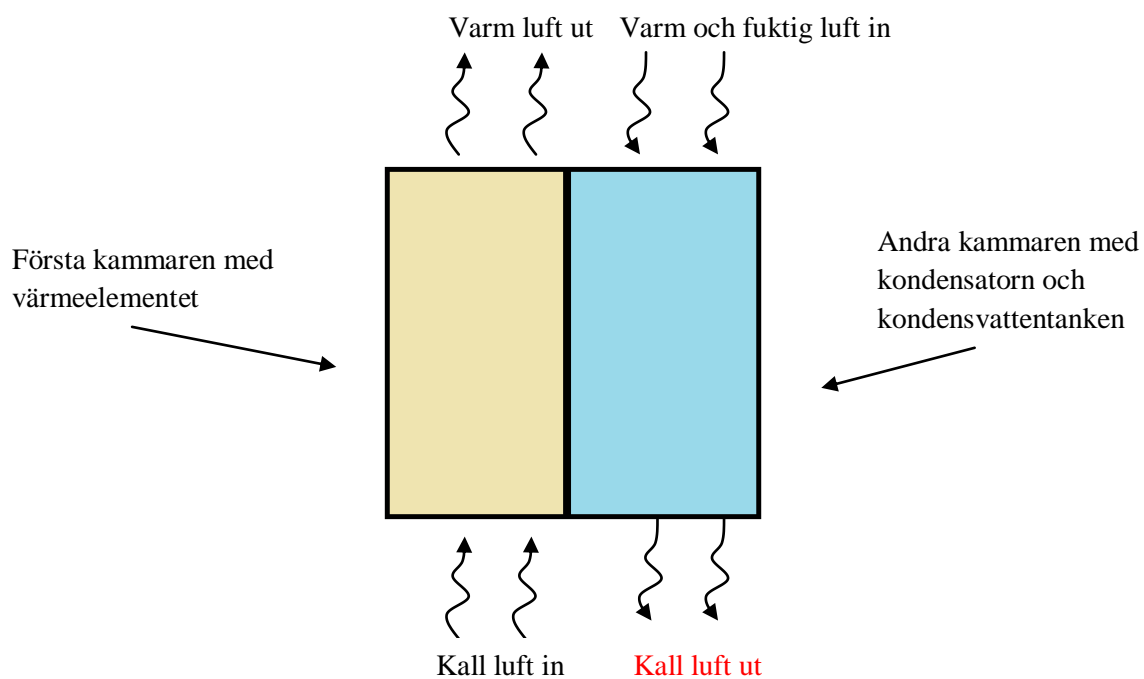
Momentet som fås från motorn överförs till trumman med hjälp av en drivrem, inköpt från underleverantör, som ligger runt en axel ut från motorn samt runt hela trumman. Då trumman snurrar får man fram tumlingsfunktionen som gör att kläderna torkar snabbare. Trumman designas troligtvis av Cylinda och beställs från en leverantör.

Modul 3: fläkt

Fläktens uppgift är att fläkta in kall luft förbi värmeelementet och in i trumman. Detta är en standardkomponent som köps in.

Modul 4: värmemodul bestående av värmeelement, kondensator och kondensvattentank

Efter att studerat det tidigare framtagna funktionsdiagrammet ansågs det att det skulle vara en praktisk lösning om kondensatorn, kondensvattentanken och värmeelementet kunde slås ihop som en modul. Alla dessa komponenter köps in från underleverantörer och kan då istället levereras som en komponent. Anledningen till varför detta skulle vara praktiskt är för att det är i dessa tre komponenter som uppvärmning av luft sker samt tar vara på det vatten som kommer från de blöta kläderna, det vill säga en stor del av själva tekniken bakom hur man separerar vatten från blöta kläder. Efter en snabb analys, genom diskussioner och resoneringar, anser vi att detta är genomförbart. Vi tog fram en hypotetisk lösning till hur detta skulle fungera. Denna hypotetiska lösning innebär att modulen skulle bestå av två åtskiljda kamrar. På ena sidan skulle värmeelementet sitta och på den andra skulle kondensatorn samt kondensvattentanken sitta. I praktiken skulle kall luft färdas in i den kammaren med värmeelementet och sedan vidare in i trumman och tillslut kommer den nu varma och fuktiga luften in i kammaren med kondensatorn och kondensvattentanken som tar hand om vattnet i luften.



Figur 2, Figur över hypotetisk lösning

#### Modul 5: elektronikmodul bestående av display samt styrsystem

Styrsystemet mottar signaler som skickas från displayen när man knappar in det program man vill torka med. Styrsystemet tolkar alltså signalerna och utför det givna torkprogrammet. Både styrsystem och display är komplicerade elektroniska enheter som köps in från specialiserade företag.

#### Modul 6: hölje

Höljet håller samman hela torktumlaren. På höljet sitter luckan fast och på luckan sitter filtret. Höljets funktion är alltså att hålla samman alla komponenter i torktumlaren, så som trumma, lucka, filter, kondensator och elektronik osv. Höljet är även det som syns utåt och det första en köpare tittar på. Därför är en snygg design viktigt varpå Cyllinda själva designar höljet och luckan.

#### Modul 7: lucka

Luckan är till för att kunna öppna när man vill fylla torktumlaren med blöt tvätt och stänga den när man skall köra igång ett torkprogram. Vissa torktumlare har en lucka av glas, andra inte. Att det går att se tvätten när den torkas är för många en viktig detalj.

#### Modul 8: filter

Filtret är den modul som vår projektgrupp arbetar med att försöka förbättra. Filtrets funktion är att samla upp allt ludd som slits från kläderna under torkningen. Luddet får inte hamna någon annanstans med risk för att elektroniken då kan ta skada eller att tumlarens funktion försämras. Då filtret är en viktig komponent för att torktumlaren skall fungera som den skall designas den inhouse.

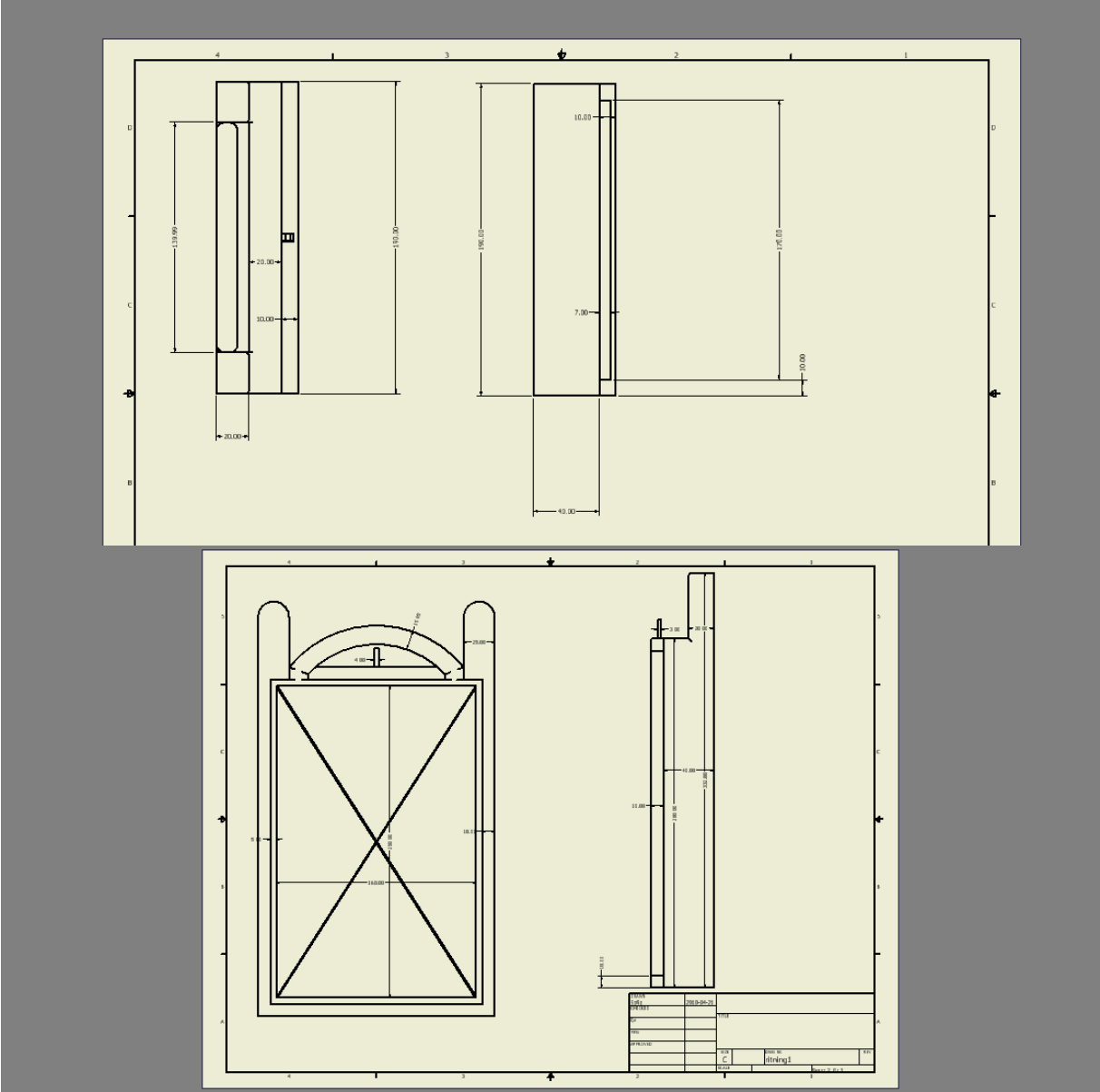
## Gränssnittsmatrix

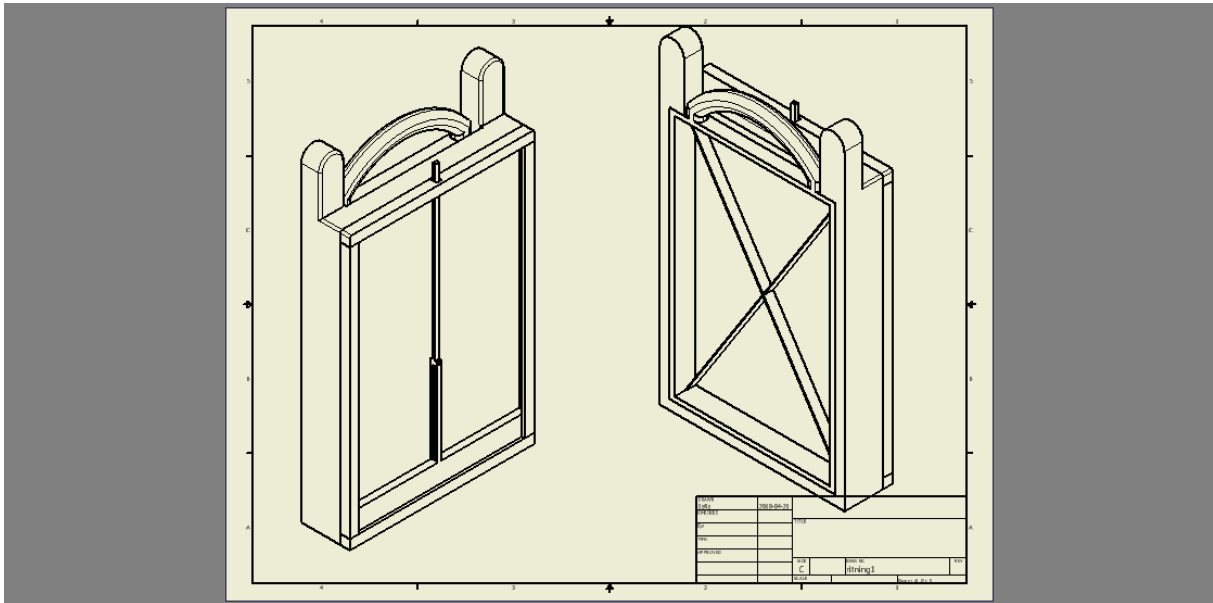
Slutligen så gjorde vi en gränssnittsmatrix som förklarar om de olika modulerna i systemet hänger ihop eller inte. På detta vis kan man enkelt se vilka moduler som har med varandra att göra och man kan då avgöra om man måste ta hänsyn till andra moduler om man bara vill optimera en enskild modul.

Gränssnittsmatrix Grupp E6								
	Modul 1	Modul 2	Modul 3	Modul 4	Modul 5	Modul 6	Modul 7	Modul 8
Modul 1								
Modul 2	M							
Modul 3	E	F						
Modul 4			F					
Modul 5	E			E				
Modul 6	M	M	M	M	M			
Modul 7						M		
Modul 8							M	
M - mekaniskt gränssnitt								
F- fysiskt gränssnitt (ex luft, vatten)								
E - elektriskt gränssnitt								

Figur 3, Gränssnittsmatrix







### 7.3 Kostnadsberäkning

Vid produktutveckling är det viktigt att tidigt kunna göra en rimlig kostnadsuppskattning vid val av olika tillverkningsprocesser. Vi har valt att jobba efter en modell som herrarna Swift och Booker tagit fram i deras bok Process Selection.

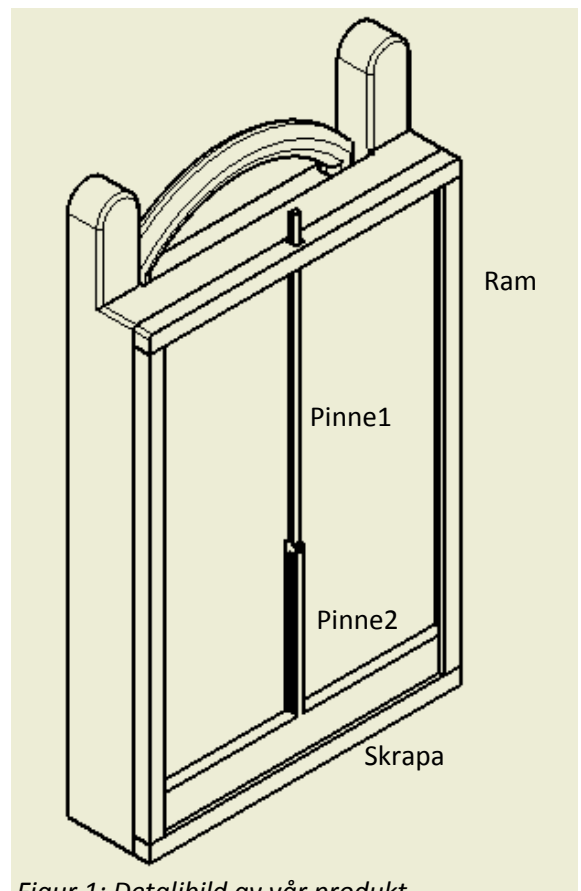
För att enkelt kunna följa de olika delarna har de nu tilldelats varsina arbetsnamn.

Skrapan är en detalj vi tänkt tillverka i plast. Vi kom fram till två olika tillverkningsprocesser, formsprutning och extrudering. Båda metoderna skulle behöva viss efterbearbetning men grovt räknat hamnar man ändå ganska nära den kostnadsmässiga sanningen.

Resultatet visar att formsprutningen skulle bli billigaste tillverkningsprocessen av dessa två. Beräkningarna som är gjorda finns uppställda i kalkylen i Bilaga 1.

Pinne1 är en relativt simpel detalj där vi jämfört mellan plast och aluminium med några olika tillverkningsmetoder. Här visar det sig att formpressning blir det billigaste alternativet men eftersom vi även har vissa krav på materialets hållfasthet väljer vi att tillverka den i aluminium.

Pinne2 är också en enkel detalj och här jämför vi strängpressad aluminium, formsprutad polypropen och extruderad polypropen. Efter beräkningar visar det sig att formsprutning är det billigaste sättet att tillverka denna



Figur 1: Detaljbild av vår produkt

detalj men precis som för Pinne1 ställs högre krav på hållfastheten än vad polypropen klarar av. Därför väljer vi även här att använda aluminium.

Den sista delen som ska tillverkas är den så kallade ramen som också är svårast med spår och annat som ska gjutas in. Här hittade vi bara en metod att välja på och det blev formsprutad polypropen.

Med dessa processer skulle priset på en färdig detalj bli 40,6 kr/komplett del.

Det kan vara svårt att klura ut alla värden och all information man får från diagrammen i boken men den här beräkningen ger ändå en bra kostnadsuppskattning som man har stor användning för i detta skede av projektet.

## 7.4 Design for Manufacturing (DFM)

### Metoden

Det finns en mängd olika metoder för att optimera designen i något avseende och på så sätt kunna styra produktutvecklingen mot ett önskat mål. DFM fokuserar på att reducera en produkts tillverkningskostnad och på så sätt kunna konkurrera med ett lägre slutpris eller för att öka marginalerna på produkten. Metoden är upplagd i fem steg enligt nedanstående.

- Beräkning av tillverkningskostnaden  
Denna beror till stor del på hur stor serie som skall tillverkas. I vårt fall har vi en relativt liten serie på 40 000 produkter.
- Val av tillverkningsprocess  
Här bestämmer man tillverkningsprocess utefter vilka som finns till hands och om komponenten skall tillverkas in-house eller av en extrem leverantör. Väljer man att köpa in en produkt bör man inte bara tänka på pris och kvalitet utan även processen som underleverantören använder sig av.
- Förenkla och optimera tillverkningsprocessen  
Tillverkningsprocessen går så gott som alltid att förbättra. Man bör försöka minska antalet processteg och eliminera onödiga steg såsom kontroll, lagerhållning och justeringar. Genom att hålla processen så stabil och enformig som möjligt minskar man felmöjligheterna.
- Förenkla designen  
Det som kostar mest är oftast användandet av ett för stort antal komponenter i produkten. Man bör lägga mycket energi på att minska antalet komponenter genom att exempelvis välja en annan tillverkningsprocess. Specialkomponenter är heller ej att föredra då dessa kostar mer.
- Anpassa designen efter tillverkningsprocessen  
Även om designen är bestämd så går det ofta att göra mindre justeringar som påverkar tillverkningsprocessen på ett mycket stort positivt vis. Man kan exempelvis använda sig av clips istället för skruvar eller justera så att montören kommer åt någonting lite bättre.

### Våra komponenter

Nedan följer en genomgång av anpassning till DFM för våra komponenter. Då dessa är en tillbyggnad på ett befintligt filter har vi valt att bara rikta in oss på vår tillbyggnad.

- **Ramen**

Ramen kommer att byggas på utanpå det befintliga filtret och tillverkas i samma material som filterramen, det vill säga plast. Vi har diskuterat huruvida ramen skall monteras på filterramen eller om de skall tillverkas som en enhet. Vi kom fram till att det absolut bästa hade varit om de kunde formsprutas som en enhet på grund av den komplicerade formen som de tillsammans kommer att erhålla.

- **Spaden**

Spaden består av skrapan längst ned och staget som sitter fast i skrapan och som löper upp för att sluta som ett handtag för användaren. Tanken var först att tillverka det som en enda enhet i plast men eftersom staget är väldigt smalt på grund av utrymmesbrist har vi fått dela upp dem i två delar. Skrapan skall formpressas då detta är en billigaste tillgängliga metod för så pass små serier som vår. Hade serien varit större hade även extrudering fungerat.

Efter råd från materialvetare kom vi fram till att staget bör tillverkas i metall för att klara de krav vi har på hållfastheten. Troligtvis så skulle vi välja något liknande det som trumman är gjord av men till prototypen blir det en inplastad motorcykelvajer som även den bör klara jobbet bra. Våra problem med staget ligger i att vi måste ha leder på staget för att kunna vika ner det när det inte används. Det är även väldigt ont om utrymme. Tillverkas staget i metall måste vi även tänka på att varm metall kan orsaka brännskador hos användaren och då kanske även förse toppen av staget med något slags plastskydd.

Eftersom vi valt att dela upp skrapan och staget har vi även varit tvungna att ta hänsyn till att fästa dessa i varandra. För att göra det så enkelt som möjligt tänkte vi använda oss av samma anordning som en fönsterskrapa. Att man skruvar fast staget i skrapan med gängorna på staget respektive skrapan. På så vis slipper vi ha skruvar som skulle komplicerat hela detaljen ytterligare.

## Bilaga 1 - kostnadskalkyl

Detalj	Beskrivning	Material	Process	Shape complexity	Volym mm3	Cmt kr/mm3	Wc	Mc	Pc	Cc	Cmp
	Skrapa	PP-T40	Formsprutning	B2	19000	0,000019872		0,377568	3,6	1,3	1
	Skrapa	PP-T40	Extrudering	B2	19000	0,000019872		0,377568	5	1,1	1
	Pinne1	PP-T40	Formsprutning	B1	10053	0,000019872		0,199773	3,6	1	1
	Pinne1	PP-T40	Formpressning	B1	10053	0,000019872		0,199773	2	1	1,3
	Pinne1	PP-T40	Extrudering	B1	10053	0,000019872		0,199773	5	1	1
	Pinne1	Al	Strängpressning	B1	10053	0,000032481		0,326531	4,5	1	1,1
	Pinne2	Al	Strängpressning	B1	5026	0,000032481		0,16325	4,5	1	1,1
	Pinne2	PP-T40	Formsprutning	B1	5026	0,000019872		0,099877	3,6	1	1
	Pinne2	PP-T40	Extrudering	B1	5026	0,000019872		0,099877	5	1	1
	Ram	PP-T40	Formsprutning	C5	56400	0,000019872		1,120781	3,6	3,6	1

Figur: Kostnadsberäkning enl. Swift & Booker

Cs	Tol	Ct	Ytfinhet	Cf	Cft	Rc	Pc*Rc	Mi
1,2	0,8	1	0,5	1	1	1,56	5,616	5,993568
1	0,8	1,4	1	1,3	1,4	1,54	7,7	8,077568
1,1	0,8	1	0,5	1	1	1,1	3,96	4,159773216
1,1	0,8	1	0,5	1	1	1,43	2,86	3,059773216
1	0,8	1,4	1	1,3	1,4	1,4	7	7,199773216
1	0,8	1,5	1	1,4	1,5	1,65	7,425	7,751531493
1	0,8	1,5	1	1,4	1,5	1,65	7,425	7,588249506
1,1	0,8	1	0,5	1	1	1,1	3,96	4,059876672
1	0,8	1,4	1	1,3	1,4	1,4	7	7,099876672
1,4	0,8	1	0,5	1	1	5,04	18,144	19,2647808

Kostnad totalt: 40,5981298