

CHALMERS



Utveckling av luftsofångare för effektivisering av ett ventilationssystem till krypgrunder

Examensarbete för Designingenjörsprogrammet

EMMELIE ALM & AMANDA MAGNUSSON

Examinator: Olof Wranne

Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling

Avdelningen för Design and Human factors

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2012

Examensarbete 15hp

FÖRORD

Den här rapporten är ett resultat av ett examensarbete omfattande 15 högskolepoäng utfört på Designingenjörsprogrammet (180 hp), Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg under vårterminen 2012. Arbetet genomfördes i samarbete med företaget DryVent Solutions of Scandinavia AB och bestod av utveckling av ett komplementsystem till deras patenterade ventilationssystem för krypgrunder, DryZeph.

Vi vill tacka vår handledare på företaget, Andreas Pfister, för hans stora engagemang och vägledning.

Vi vill även tacka vår handledare på skolan, Olof Wranne, för vägledning och stöttning under arbetets gång.

Slutligen vill vi tacka alla de som svarat på vår enkät, ställt upp på intervjuer, deltagit i våra fokusgrupper samt alla de som ställt upp och svarat på frågor längs vägen!

Göteborg, juni 2012

Amanda & Emmelie

SAMMANFATTNING

Det här projektet har genomförts på uppdrag av företaget DryVent Solutions of Scandinavia AB, och har syftat till att ta fram ett soldrivet komplement till deras nuvarande ventilationssystem, DryZeph. Systemet installeras i förebyggande syfte för att skydda krypgrunder mot fuktskador genom att sänka den relativa fuktigheten i dessa. DryZeph utnyttjar naturens förhållanden och känner av när den relativa fuktigheten är lägre utomhus än inne i grunden och startar då fläktarna i systemet vilka tar in den torrare uteluften i grunden. Komplementet som har tagits fram består av en luftsolångare med tillbehör och är skapat för att effektivisera DryZeph-systemet. Luftsolångaren utnyttjar solenergi för att förvärma ventilationsluften och på så sätt höja temperaturen i grunden. Detta gör i sin tur att den relativa fuktigheten i grunden sänks och risken för fuktskador minskar.

Målet med arbetet har varit att ta reda på vilken prestanda som skulle krävas av luftsolångarsystemet, hur det skulle formges för att attrahera kunder, vilka komponenter som skulle ingå samt hur dessa skulle sättas samman. För att ta reda på detta utfördes inledningsvis studier, marknadsundersökningar och beräkningar. Arbetet fortlöpte sedan med att en - produktspecifikation framställdes varefter idé- och konceptgenereringar utfördes med denna som grund.

Resultatet blev SunDrysystemet. Detta består av en tunn luftsolångare med mjuka former i robusta material. Med en area på $1,12 \text{ m}^2$ skapades luftsolångaren för att uppnå en effekt på 1000 W för att erhålla en temperaturhöjning i krypgrunden på totalt $5 \text{ }^\circ\text{C}$ vilket, enligt beräkningar, är den erforderade temperaturhöjningen för att fuktsäkra grunden.

Vid montering av systemet erbjuds kunden två valmöjligheter. Det ena alternativet är montera solångaren i en vinkel på 60° . Detta för att erhålla en större mängd solinstrålning och därmed ett större värmeutbyte. Det andra alternativet är att montera solångaren vertikalt på fasaden eller grunden. En sådan montering gör att solångaren tar mindre plats, men dess effektivitet minskas något.

Under arbetets gång skapades en funktionsprototyp för att testa systemets effektivitet. Utfallet registrerades och kunde följas via en dator. Responsen var omedelbar och effekten kunde tydligt utläsas. Efter installationen ökade temperaturen i grunden med cirka 5 °C under dagtid.

Temperaturen sjönk dock avsevärt under nattetid, något som sannolikt kommer att jämnas ut då värme med tiden kommer att lagras i grunden. I och med temperaturökningen i grunden minskade den relativa fuktigheten betydligt och har i skrivande stund inte överstigit den riskgränsen för fuktskador.

ABSTRACT

This project has been made in cooperation with DryVent Solutions of Scandinavia AB and has aimed to develop a solar-powered supplement to their existing system for ventilation, DryZeph. The system is installed in cause of prevention to damages in crawl spaces caused by moisture. DryZeph lower the relative humidity in crawl spaces by making use of nature's circumstances. The system registers when the relative humidity is lower outside the crawl space than inside it. The fans in the system then start and bring the dryer outside air in to the crawl space.

The supplement, which has been developed, consists of an air solar collector with attached components and is created to make the existing system more effective. The air solar collector uses energy from the sun to preheat the air for ventilation which will result in an increased temperature in the crawl space. This will cause a lowering of the relative humidity in the crawl space and the risk for moisture related damages will be reduced.

The purpose with this project has been to find out the required performance for the supplement system, how it should be designed to attract customers, which components would be needed and how they should be put together.

The result became the SunDry system. This contains of a thin air solar collector with smooth shapes and robust materials. With a 1,12 m² area, the solar collector was created to achieve an effective output of 1000 W. This to receive an increased temperature of total 5 °C in the crawl space which, according to the calculations, is the required increase of temperature needed to secure the crawl space from damages.

When mounting the system on the house, the customer is offered two different choices. One alternative is to mount the solar collector in an angel of 60°. This is made to receive a bigger mount of solar radiation and consequently obtain a larger heat exchange. The other alternative is mounting the solar collector vertically on the wall. This makes the solar collector take less space, but the heat exchange will be a bit lower.

During the process a prototype were created to prove the effectiveness of the system. The results of the test were recorded and could be followed via a computer. The response was immediate and the effect could be clearly deduced. After installation, the temperature increased about 5 °C during a sunny day. The temperature dropped considerably during the night though, this is however likely to even out as the heat over time will be stored in the ground. Owing to the

increased temperature the relative humidity was reduced considerably and has, at the time of writing, not exceeded the risk threshold for moisture damage.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING.....	2
1.1 Bakgrund.....	2
1.2 Syfte.....	3
1.3 Frågeställning.....	3
1.3.1 Utökad frågeställning.....	3
1.4 Mål.....	4
1.5 Avgränsningar.....	4
2. TEORETISK REFERENSRAM.....	5
2.1 Krypgrunder.....	5
2.1.1 Ventilation.....	6
2.1.2 Värme.....	6
2.2 Fukt.....	7
2.2.1 Ånghalt och relativ fuktighet.....	8
2.2.2 Kondensering.....	9
2.3 DryVents ventilationssystem.....	9
2.4 Solenergi.....	10
2.4.1 Solstrålning.....	10
2.5 Solfångare.....	11
2.5.1 Luftsolångare.....	12
2.5.2 Filter.....	16
2.6 Solceller.....	16
3. METOD.....	17
3.1 Förstudie.....	17
3.1.1 Litteraturstudie.....	17
3.1.2 Beräkningar.....	17
3.1.3 Problemanalys.....	17
3.1.4 Marknadsanalys.....	18
3.1.5 Kravspecifikation.....	19
3.2 Metoder för idégenerering.....	19
3.2.1 Moodboard.....	19
3.2.2 Brainstorming.....	20
3.2.3 Analogitänkande.....	20
3.2.4 Osborns idésporrar.....	20
3.2.5 Fokusgrupp.....	20
3.3 Metoder för konceptframtagning och utvärdering.....	21
3.3.1 Morfologisk matris.....	21
3.3.2 Elimineringmatris.....	21
3.3.3 Kvantitativa strukturer.....	21

4. RESULTAT AV PROBLEMANALYS.....	22
4.1 Bakgrund till problem	22
4.2 Kundgrupp.....	23
4.3 Konkurrentanalys	24
4.3.1 Konkurrerande företag	24
4.3.2 Substitut.....	29
4.4 Funktionsanalys.....	29
4.5 Funktionsstruktur	31
4.6 Marknadsanalys.....	31
4.6.1 Enkätundersökning.....	32
4.6.2 Intervjuer	32
4.7 Kravspecifikation	36
5. BERÄKNING AV SOLFÅNGARENS ERFODRADE PRESTANDA	37
5.1 Behov av extra uppvärmning	37
5.2 Effektbehov	38
5.3 Verkningsgrad	41
5.4 Storlek på luftsolångare	42
5.5 Lufthastighet i luftsolångare	43
5.6 Slutsats av beräkningar.....	44
5.7 Förutsättningar i konstruktion	45
6. KONCEPTFRAMTAGNING	47
6.1 Idégenerering.....	47
6.1.1 Moodboard	47
6.1.2 Brainstorming, Analogitänkande och Osborns idésporrar	48
6.1.3 Fokusgrupp.....	49
6.2 Resultat av idégenerering	50
6.3 Konceptgenerering	53
6.3.1 Morfologisk matris.....	53
6.3.2 Framtagna koncept	54
6.4 Utvärdering av framtagna koncept.....	57
6.4.1 Elimineringssmatris	57
6.5 Utveckling av slutkoncept.....	59
6.5.1 Val av ventilationsprincip	59
6.5.2 Val av form.....	63
6.6 Val av komponentplacering	63
6.6.1 Kvantitativa strukturer.....	64
6.7 Val av ramkonstruktion	65
6.7.1 Trappstegsmodell	65
6.7.2 Inskjutsmodell	66
6.7.3 Vägning av ramkonstruktion	67
6.8 Val av material	68

6.9 Val av vinklingskonstruktion	69
7. FUNKTIONSPROTOTYP.....	72
7.1 Tillverkning av funktionsprototyp	72
7.2 Resultat av funktionsprototyp	73
8. LÖSNINGEN SUNDRY.....	78
8.1 Beståndsdelar och montering	78
8.2 Montering på vägg	80
8.3 Teknisk prestanda.....	83
8.4 Material	84
8.4.1 Front	84
8.4.2 Isolering.....	85
8.4.3 Ram	85
8.4.4 Absorbator	85
9. HÅLLBARHET	87
10. SLUTSATS OCH DISKUSSION.....	88
KÄLLFÖRTECKNING	90
BILAGA 1.....	1
BILAGA 2.....	2
BILAGA 3.....	3
BILAGA 4.....	8
BILAGA 5.....	12
BILAGA 6.....	13
BILAGA 7.....	18
BILAGA 8.....	19
BILAGA 9.....	21
BILAGA 10.....	22
BILAGA 11.....	23
BILAGA 12.....	24
BILAGA 13.....	25

BETECKNINGAR

Nedan listas definitioner på begrepp och symboler som används frekvent i rapporten.

DryVent = DryVent Solutions of Scandinavia AB

RF = Relativ fuktighet

Grund = Krypgrund

Luftsolångare benämns ibland endast som solångare

A = Solångarens glasade area [m^2]

a = Area på luftintag [m^2]

C_p = Värmekapacitet [$\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}$], 1007 $\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}$ för luft

ρ = Densitet [kg/m^3], 1,2 för luft

E = Instrålningstäthet [W/m^2], max cirka 1000 W/m^2 i Sverige

q = Luftflöde genom solångare [m^3/s]

η = Effektverkningsgrad [enhetslös]

P = Effekt [W]

T_{in} = Luftens inloppstemperatur i solångare [K]

T_{ut} = Luftens utloppstemperatur i solångare [K]

ΔT = Temperaturskillnad mellan inlopp och utlopp ($T_{\text{ut}} - T_{\text{in}}$) [K]

v = Lufthastighet [m/s]

1. INLEDNING

I detta kapitel ges en beskrivning över bakgrunden till projektet som har utförts i samarbete med DryVent Solutions of Scandinavia AB under vårterminen år 2012. I kapitlet presenteras även problembeskrivningen för projektet, dess syfte och mål samt avgränsningar som gjorts.

1.1 Bakgrund

Krypgrundskonstruktioner är ett mycket vanligt sätt att bygga hus på då det är både billigt och enkelt (Anticimex, 2008). I Sverige fanns år 2008 cirka 620 000 hus med krypgrund.

Konstruktionen medför dock vissa risker, ungefär hälften av alla hus med krypgrund riskerar att någon gång drabbas av fuktskador. På grund av att fukt tränger in i det organiska materialet i krypgrunden ökar den så kallade fuktkvoten och skapar en gynnsam tillväxtmiljö för mögel. Mögel kan sedan tränga upp genom bjälklaget, vilket kan förstöra huset och påverka de boende genom både allergier och andra allvarliga sjukdomar.

Enligt Anticimex har ca 55 % av alla krypgrunder fukt- eller mögelskador (Anticimex, 2008). Största problemet är mikrobiell påväxt, mögel. Problemen har på senare tid ökat, detta beror på att isolering av bjälklaget har blivit bättre vilket gör grunderna kallare (Hansson, 1992). Kallare luft kan inte bära lika mycket fukt som varm luft, vilket gör att den relativa fuktigheten blir högre och skaderisken därmed högre (Hagentoft, 2010).

Kostnader för att åtgärda problem i krypgrunder ligger på 15 000 - 250 000 kronor, enligt Anticimex, beroende på hur omfattande skadorna är (Anticimex, 2008). För att undvika att problem i krypgrunder uppstår bör man arbeta med förebyggande åtgärder.

DryVent Solutions of Scandinavia AB är ett företag i Göteborg som arbetar med ventilation av krypgrunder med avseende att förebygga de fuktskador som kan uppstå i grunder. Produkten som företaget säljer heter DryZeph och detta är ett ventilationssystem som installeras i förebyggande syfte i krypgrunder, alltså innan fuktproblem uppstått. Systemet består av två transmittar, ett antal fläktar (olika många beroende på grundens utformning) samt en styrbox. Då luften i krypgrunden är fuktigare än utomhusluften känner systemet av detta och sätter igång fläktarna

som då ventilerar grunden. Ny, torr uteluft ersätter då den fuktiga luften i grunden och risken för att kritiska fukthalter i grunden skall uppnås minskar. Systemet har dock inte visat helt tillfredsställande resultat och flera grunder uppvisar fortfarande höga halter av fukt efter en tids användning av systemet.

1.2 Syfte

Projektet syftar till att utforma ett luftsolångarsystem med avseende att komplettera dagens system, DryZeph, genom att förvärma ventilationsluften till detta. På så vis skall den relativa fuktigheten i uteluftsventilerade kryputrymmen sänkas för att skydda dessa från fuktskador. Systemet skall fungera som ett komplement till företagets nuvarande system och tillsammans med detta utgöra en effektivare avfuktning jämfört med användning endast av dagens system.

Systemet skall i största möjliga mån vara anpassningsbart för alla hus samt vara estetiskt tilltalande för kunder. Under utvecklingen skall faktorer som hållbarhet, sammansättning och ekonomi tas i beaktning. Lösningen skall vara integrerad med företagets redan existerande system. Projektet skall resultera i ett eller flera koncept som skall kunna användas som grund för att ta fram prototyper för fältstudier.

1.3 Frågeställning

Projektet ämnar besvara följande frågeställningar:

- På vilket sätt, med givna förutsättningar, kan luften i en krypgrund effektivt avfuktas med hjälp av en luftsolångare?

1.3.1 Utökad frågeställning

- Vilka komponenter bör ingå i ett sådant system och hur bör de vara utformade samt sammansatta för att fungera?
- Hur utformas ett sådant system visuellt för att attrahera användare och potentiella kunder?

1.4 Mål

Målet med projektet är att ta fram en effektiv och attraktiv luftsolångare som skall fungera tillsammans med DryVents existerande system i syfte att effektivisera detta och få det att fungera tillfredställande.

1.5 Avgränsningar

Fokus i detta projekt ligger på att utforma en produkt av befintliga tekniska komponenter på dagens marknad. Med komponenter avses delar som fläktar, rör, absorbenter, glas osv. Projektet omfattar därför inte utformning av tekniken bakom komponenterna, utan enbart design och sammansättningen av dessa för att få en så effektiv och attraktiv lösning som möjligt.

Rapporten kommer att behandla komplementet med luftsolångare och de närmsta delar som berör detta, alltså inte det resterande systemet. Eftersom solens energi varierar över breddgraderna kommer beräkningar i rapporten som rör solenergi att utgå från den geografiska plats vilka testerna utförs på, Västsverige,

På grund av tidsbrist kommer inte alla nödvändiga tester för framtagning av systemet kunna utföras, varpå en del av resultatet enbart kommer att grundas på ren teori, antaganden eller jämförelser av liknande produkter. Detaljer kring hur systemets infästningar skall fungera och hållfasthetsberäkningar för dessa samt övriga systemet kommer att utelämnas, vilket även gäller beräkningar på spänningar i material och dylikt.

2. TEORETISK REFERENS RAM

I detta kapitel redogörs de begrepp som används i rapporten och grundläggande fakta förklaras för att läsaren skall få en ökad förståelse för rapportens innehåll.

2.1 Krypgrunder

Krypgrunden är en vidareutveckling av den gamla torpargrunden där golvbjälklaget i huset bars upp av grundstenar, detta för att skilja konstruktionen från den fuktiga marken (Hagentoft, 2010). I krypgrunder vilar golvbjälklaget, till skillnad från torpargrunderna, på uppmurade socklar eller socklar i betong som löper runt hela huset, se bild 2.1. Den vanligaste konstruktionen är så kallade uteluftsventilerade krypgrunder där utrymmet ventileras med uteluft, vilken är den konstruktion den här rapporten inriktar sig mot.

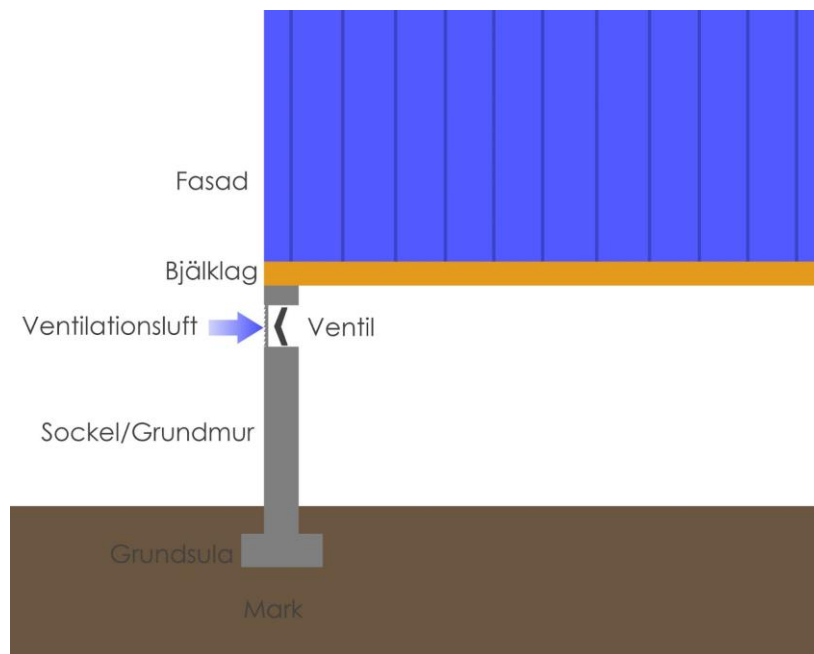


Bild 2.1. Grundläggande konstruktion av krypgrund

Krypgrundskonstruktion är ett vanligt sätt att bygga grunder på (Anticimex, 2008). Det är en relativt enkel och billig metod men den kan dock medföra vissa risker. Framförallt sommartid löper konstruktionen stor risk att drabbas av fuktskador, dålig lukt och mögel då varm, fuktig luft

tar sig in i den kalla grunden (Hagentoft, 2010). När den varma luften träffar den kalla grunden skapas kondens. Även fukt från marken är en vanlig orsak till de ovan nämnda problemen.

Krypgrundskonstruktioner kan se väldigt olika ut från hus till hus, en del är indelade i så kallade skepp som skapas av skiljeväggar. Dessa kan antingen vara öppna så att luft kan cirkulera mellan skeppen, eller stängda med olika ingångar. Vissa krypgrunder har högt i "tak" med möjlighet att gå nästan upprätt medan vissa kräver att man kryper för att ta sig fram. I enlighet med företaget utgår denna rapport från en krypgrund med takhöjden 60 cm och en yta på 100 m², vilket anses vara en normalstor grund enligt Andreas Pfister på Dryvent Solutions.

2.1.1 Ventilation

Uteluftsventilerade krypgrunder ventilerar sig själva och meningen är att fukt skall transporteras ut genom de öppna ventilerna i grunden (LFS, 2012). Detta fungerar dock inte alltid som önskat och det kan då komma att behövas extra hjälp för att grunden skall hållas fuktfri.

I en krypgrund strävar man oftast efter att ha ett undertryck. Med ett övertryck riskerar man nämligen att sprida fukt genom bjälklaget och springor i krypgrunden upp till bostaden. Även i bostaden vill man ha ett undertryck, detta för att undvika att varmluft tar sig ner i springor till krypgrunden och riskerar att kondensera i den kalla grunden och orsaka fuktskador. Ett undertryck kan skapas genom att med hjälp av fläktar låta frånluftsflödet i grunden vara större än tilluftsflödet.

2.1.1.1 Spirorör

Spirorör är spiralfalsade rör, vanligtvis i galvaniserat stål och används för att leda ventilationsluft (Soliduct, 2012). Rören är utformade för att ge minimalt tryckfall och motverka uppkomsten av oljud vid höga lufthastigheter. Rören kan användas för både till- och frånluft samt borrar hål i för att få en jämn luftspridning.

2.1.2 Värme

Temperaturen i krypgrunden påverkas av en rad olika faktorer bland annat dess utformning, värmetrögheten och värmeledningsförmågan i de material den består av samt temperaturen utomhus och i marken (Nilsson, 2005). Värmetröghet brukar förklaras som materialets förmåga att lagra värme och det är på grund av denna som grunden aldrig blir lika kall som uteluften på

vintern eller lika varm som luften ute sommartid. Uteluften påverkar klimatet i kryppgrunden då den dels tar sig in genom ventilationshålen och därmed förändrar temperaturen, men även på grund av att uteluften genom sin värmeledningsförmåga kyler ner respektive värmer upp väggar och mark från utsidan.

2.1.2.1 Värmeöverföring

Värmeöverföring mellan system kallas vanligtvis värmeeffekt och anger den mängd värme som per tidsenhet överförs från ett system till ett annat (Nationalencyklopedin, 2012).

Värmeöverföring kan ske på tre olika sätt, dessa listas och förklaras nedan.

Konvektion

Konvektion är värmetransport orsakad av vätske- och luftrörelse på grund av densitetsvariation (Nationalencyklopedin, 2012). Konvektion kan vara naturlig eller påtvingad och beror då på temperaturskillnader respektive orsakad av en fläkt eller en pump. Desto högre hastighet på fluiden eller gasen, desto högre konvektion. Värme strävar efter att jämna ut sig och sprider sig därför till kalla områden.

Värmeledning

Värmeledning uppstår då värme transporteras genom fast materia och effektiviteten beror på materialets värmeledningsförmåga (Nationalencyklopedin, 2012). Värmen tar sig från varmare områdena till kallare genom atomernas rörelse.

Strålning

Strålning är värmeavgivning genom att elektromagnetiskstrålning träffar en yta (Nationalencyklopedin, 2012). Solen är vår största strålningskälla och det är denna typ av värmeöverföring som behandlas i rapporten.

2.2 Fukt

En kryppgrund kan drabbas av fukt på flera sätt, de olika fuktkällorna är nederbörd, luftfukt, byggfukt, markfukt och läckage (Hagentoft, 2010). Byggfukt är fukt som bevarats i byggmaterialet efter husets färdigställts och har på så vis byggts in i konstruktionen. Detta kan bero på att huset byggdes under fuktiga förhållanden eller för att man inte låtit materialet torka

ordentligt mellan olika stadier av byggandet. Med markfukt avses den fukt som naturligt finns i marken och som avdunstar upp i grunden. Läckage riskerar att orsakas av vattenledningar eller genom att fukt utifrån läcker in som följd av en otät grund. Nederbörd är precis som det låter regnvatten som letar sig in i grunden och luftfukt är luftburen fukt som tar sig in genom ventiler och springor. Den sistnämnda är den vanligaste orsaken till fuktproblem i grunder och är den typ av fuktkälla den här rapporten behandlar.

2.2.1 Ånghalt och relativ fuktighet

Då det talas om fukt i kryppgrunder nämns ofta begreppen ånghalt och relativ fuktighet vilka är viktiga indikatorer vid bestämning av fuktproblem.

Ånghalt är förhållandet mellan massan vattenånga och torrluft i luften [kg/m^3] (Nationalencyklopedin, 2012). Förenklat sagt, hur mycket fukt luften innehåller.

Relativ fuktighet är ett mått på hur mycket fukt luften kan bära. Detta mått beror på förhållandet mellan aktuell ånghalt och mättnadsånghalten, största möjliga ånghalt vid given temperatur, vid aktuell temperatur och anges i procent där 0 är absolut torr luft (Nationalencyklopedin, 2012). Hur mycket fukt luft kan bära beror alltså av dess temperatur och varm luft kan bära mer fukt än kall luft. Luft med lika stor ånghalt men med olika temperaturer har därför olika relativ fuktighet. Den varma luften har således lägre relativ fuktighet än den kalla. Kort sagt är relativ fuktighet ett mått på hur mycket fukt luften innehåller jämfört med hur mycket den kan innehålla vid den specifika temperaturen.

Vid en relativ luftfuktighet på 75 % i grunden börjar mögelsvampar angripa organiskt material och vid 80-85 % börjar även rötsvampar att växa (Anticimex, 2008). Den relativa fuktigheten i en kryppgrund bör alltså inte överstiga 75 % för att undvika att denna drabbas av fukt och mögelskador.

Genom att höja temperaturen på luften 1 °C sänks den relativa fuktigheten med 5 % (Trygghetsvakten, 2008). Genom att höja temperaturen i grunden kan alltså den relativa fuktigheten i denna bli lägre och på så vis minska risken för fuktskador.

2.2.2 Kondensering

Sommartid kan luften alltså bära mer fukt än vintertid eftersom temperaturen då är högre. När den varma luften kommer in i de kalla krypgrunderna kyls den ner och den relativa fuktigheten ökar (Hagentoft, 2010). Överstiger den relativa fuktigheten i luften mätnadsånghalten kommer fukt att fällas ut ur luften, den kondenserar. Vatten ansamlas då och riskerar att orsaka fuktproblem.

2.3 DryVents ventilationssystem

DryVents ventilationssystem utnyttjar en patenterad metod för att skydda krypgrunder från fuktskador (DryVent, 2012). Metoden, som tillämpas i företagets system DryZeph, går ut på att mäta den relativa fuktigheten i och utanför krypgrunden och ta in luft i grunden utifrån då denna har en lägre relativ fuktighet än den inne i grunden. Luften i grunden byts då ut mot luft med lägre relativ fuktighet och risken för fuktskador minskas.

Detta görs mer exakt genom att två transmittar, en i grunden och en utanför, mäter den relativa fuktigheten. Då den relativa fuktigheten är lägre utanför grunden än innanför sätts fläktarna, placerade i ventilationshål i grunden, igång och blåser in luft utifrån, se bild 2.2. Dessa fläktar är av modellen 4414F från Ebmpapst och har måtten 119*119*25 mm. Hur många fläktar systemet innehåller beror på grundens utformning men det är alltid minst en och max åtta, snittantalet är dock 5 stycken, 2 för inlopp och 3 för utlopp. Systemet styrs av ett styrkort placerat i en box inne i grunden. Denna samlar även in och skickar data från systemet vars status och historik kan avläsas på nätet.

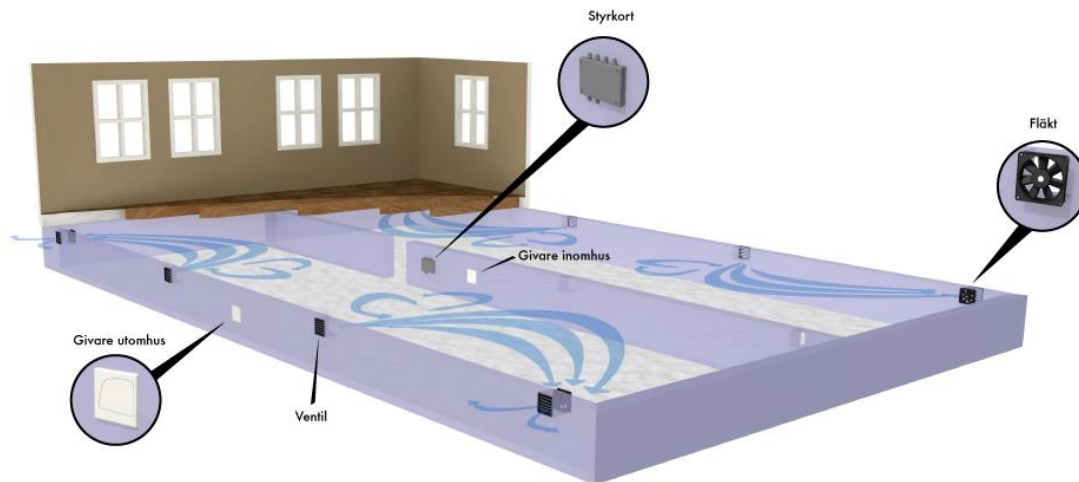


Bild 2.2. DryVents ventilationssystem, DryZeph.

Systemet drivs av el och fläktarna drar 3 W per styck då de går på normal drift och 5 W vid max. Fläktarna har en maxeffekt på 170 m³/h och ett nominellt luftflöde på ungefär 120 m³/h, men går att ställa in på ett lägre flöde om så önskas. Luftutbytet som ställts in för grunden är 2 till 3 utbyten per timme då systemet är igång. Innan systemet kan installeras i grunden måste plast läggas över marken och uppåt väggarna, vilket skall fungera som ångspärr och på så vis förhindra att markfukt suggs upp i luften. I vissa fall isoleras även grunden med en så kallad DryMatta för att motverka kondensering mot till exempel kalla bergsytor inne i grunden.

2.4 Solenergi

Solenergi är källan till allt liv på vår planet, energin kommer, som utläses av ordet, från solen och når jorden i form av solstrålning (Nationalencyklopedin, 2012).

2.4.1 Solstrålning

Solstrålningen som träffar jordatmosfären motsvarar en medeleffekt på 1370 W/ m² (Hagentoft, 2010). En stor del av solens strålning försvinner längs vägen mot jordens yta, genom att ozon, syre och vattenånga absorberar stora mängder. Den effekten som når jordens yta är cirka 1000 W/ m², detta kan även kallas instrålningstäthet. Den årliga solinstrålning som träffar en horisontell yta i mellansverige har ett genomsnitt på 1000 kWh/ m².

För att kunna utnyttja solen till fullo krävs att så stor del av våglängdsområdet, alltså ultraviolett till infraröd strålning, som möjligt kan absorberas. För att ta tillvara på så mycket solinstrålning som möjligt är ett material med egenskaper som hög absorption och låg andel emittans, den effekt som ett material strålar ut per ytenhet, att föredra (Andrén, 2011). Energimängden som kan tas tillgodo beror på flera faktorer där antal soltimmar, lokalisering, reduktion i atmosfären, absorption och reflektion har störst påverkan. Maximal solinstrålning nås då strålningen är vinkelrät mot det absorberande materialet.

Solinstrålningen i Sverige varierar kraftigt över året, se diagram 2.1. I december är solinstrålningen mot det horisontella planet endast 15 kWh/ m² och i juni hela 175 kWh/ m² (Rossing, 2011).



Diagram 2.1. Tillgänglig solinstrålning för årets alla månader (Rossing, 2011)

2.5 Solfångare

Solvärmetekniken har funnits länge, men behovet av att använda den uppstod främst under 1970-talet då oljekrisen tvingade utvecklingen framåt (Andrén, 2011). Sverige har länge legat långt fram i utvecklingen och i slutet på 1900-talet var framgången stor inom teknikutveckling och forskning. Universitet och högskolor tog fram innovationer och solfångarkonstruktioner som utmärkt sig internationellt. Ett exempel på detta är den takintegrerade solfångaren för flerbostadshus.

Det finns idag flertalet olika solfångare där man i Sverige fördjupat sig kring den vanligaste tekniken, nämligen den plana solfångaren (Andrén, 2011). Denna använder sig av solstrålning för att värma upp ett medium, vanligtvis vatten, inne i solfångaren som i sin tur leds vidare till en värmeväxlare och sedan en ackumulatortank. Värmen används vanligtvis för varmvatten, husuppvärmning eller uppvärmning av pooler. Den plana solfångarens utveckling har gått snabbt framåt och dess effektivitet har under åren ökat tack vare förbättringar som vidareutveckling av absorbatoren, isolering i solfångaren och tillverkning av större moduler. Under de tio senaste åren har efterfrågan på en annan sorts solfångare, vakuumsolfångaren där absorbatoren är isolerad av ett vakuum mellan två glasskikt, ökat från enbart några procent år 2000 till nästan 50 % år 2010. Detta beror främst på att tekniken tidigare varit dyr men genom tillverkning utomlands i exempelvis Kina, har priset kunnat dras ner och därmed ökat dess konkurrenskraft. Ett stort utvecklingssteg i solfångarens historia var även då man började använda antireflexglas till frontglaset då detta ökade prestandan med 10-15 %.

2.5.1 Luftsolfångare

I en luftsolfångare, vilken är den typ som behandlas in denna rapport, används luft som medium och vanligast är öppna system (Andrén, 2011). Största användningsområdet för denna typ av solfångare är uppvärmning av ventilationsluft. Konstruktionen består vanligtvis av ett frontglas, en absorbatör och en låda eller en ram med en fläkt. Luftsolfångare ser olika ut beroende på tillverkare men principen är den samma; solstrålning strålar in genom frontglaset och fångas upp av luftsolfångarens absorbatör vilken fungerar som en värmeväxlare, se bild 2.3. Luften inne i solfångaren värms upp av absorbatören och fläkten blåser sedan in den varma luften i krypgrunden. Det skapas ett lätt undertryck i solfångaren och ny luft dras in genom ventilhål i konstruktionen. Utrymmet, mellan bakstycke och frontglas, som omger absorbatören kallas luftspalt. Ju mindre luftspalten är, desto högre blir verkningsgraden. Detta beror på att mindre luftspalt ger en mindre volym inne i luftsolfångaren vilket medför ett större luftutbyte.

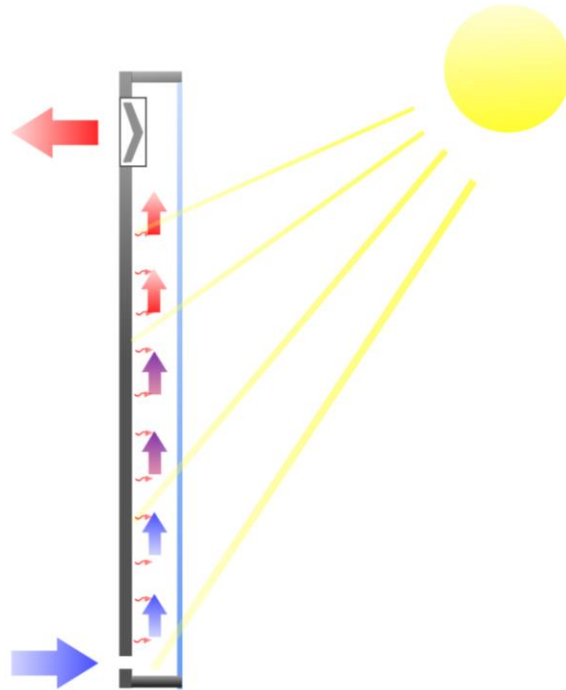


Bild 2.3. Grundprincipen för konstruktion av luftsolångare

Fördelarna med luftsolångare är att de ger snabb värme med små driftkostnader och i de fall där fläkten drivs av en solcell är driftkostnaden noll. Anledningen till att de inte används i större utsträckning är att värmeutbytet är som störst på sommaren, då behovet av extra värme ofta är som minst och värmen är svår att bevara.

2.5.1.1 Verkningsgrad

Verkningsgraden på en solångare är förhållandet mellan tillförd energi och nyttiggjord energi, uttryckt i kW eller procent (Andrén, 2007). Den tillförda energin hos ett solångarsystem är solstrålningen och den nyttiggjorda, det så kallade värmeutbytet, den effekt som solångaren ger. Den anger därmed hur mycket av solinstrålningen som solångaren kan omvandla till värme.

Olika faktorer som kan komma att påverka solångarens verkningsgrad förutom lutningen är temperaturen både i och utanför solångaren. Desto större temperaturdifferens desto sämre verkningsgrad. Verkningsgraden blir alltså högre ju varmare luften utanför solångaren är. Ytterligare en parameter som påverkar verkningsgraden är lufthastigheten genom luftsolångaren (Gustafsson, 2008). Ökar denna ökar värmeöverföringen och med den även verkningsgraden.

Tryckfallet genom luftsolångaren blir dock större med en ökad lufthastighet. Detta gör att fläktarna tvingas arbeta hårdare. För att undvika detta bör lufthastigheten max vara 3-5 m/s.

Luftflödet i solångaren i förhållande till dess area kallas specifikt luftflöde och påverkar verkningsgraden. Om det specifika luftflödet ökar, minskar temperaturhöjningen på luften i solångaren, dock minskas värmeförlusterna i konstruktionen och verkningsgraden ökar då. Verkningsgraden ökar alltså med ett ökat specifikt luftflöde men temperaturökningen på luften genom solångaren minskar. Det gäller alltså att finna en balans mellan luftflödet och temperaturökningen för att finna den önskade värmeeffekten.

För att verkningsgraden på solångaren skall bli så stor som möjligt och värmeutbytet effektivt måste, som tidigare nämnts, förlusterna i form av värme minimieras. Detta kan tas hänsyn till vid bestämning av parametrar på bland annat solångarens ram. Genom att välja en välisolerad ram som inte leder värme kan värmeförlusterna minskas.

Verkningsgraden på de luftsolångare som finns på marknaden idag ligger, enligt tillverkarna själva, kring 90-99 %.

2.5.1.3 Lutning och läge

Den optimala vinkeln på solångaren, med avseende på solinstrålningens medelvinkel över året, är 15° under latituden för placeringen (Andrén, 2007). Detta motsvarar ungefär 45° i Göteborg. Genom att placera solångaren i denna vinkel kan man öka värmeutbytet med 25-30 % på ett år jämfört med att placera den i horisontellt läge, 0°. Dock har fokus i denna rapport lagts på månaderna mars till oktober vilka är de mest kritiska för fuktskador och då störst värmeutbyte kan nås. Den optimala vinkeln för dessa månader har beräknats till 30° mot horisontalplanet, se bilaga 1. Vid denna vinkel kan man få en solinstrålning på 1140 kWh/m² på ett år, varav 1073 kWh/m² ges av sommarmånaderna.

Solstrålningen mot vertikal yta, 90°, vänd mot söder under ett år är ca 900 kWh/m² i Västsverige (Hagentoft, 2010). Detta innebär en förlust på ca 240 kWh/m²/år jämfört med optimala vinkeln för sommarmånaderna. Det är alltså så mycket energi som går förlorad om man placerar

solfångaren direkt på fasaden istället för i 30°. En brantare lutning kan dock vara bra då det minskar risken för stor snölast på solfångaren.

Störst värmeutbyte fås om solfångaren placeras i sydläge, se tabell 2.1. En undersökning gjord av Jan-Olof Dalenbäck på Chalmers, visar dock att sydost- eller sydvästläge inte nämnvärt påverkar utbytet. Minsta effekt fås dock om solfångaren placeras rakt i öst- eller västläge.

Nedan visas en tabell över hur olika lägen och lutning påverkar solfångarens effekt:

Orientering	Söder	Sydöst/sydväst	Väster/öster
Lutning			
30°	94%	80%	65%
45°	100%	88%	65%
60°	97%	89%	67%
90°	96%	84%	59%

Tabell 2.1. Solfångarens utbyte vid olika lägen

Även platsen som solfångaren skall placeras på bör väljas med omsorg över då det är viktigt att undvika skuggor. För att minimera värmeförluster under transporter av luften placeras ofta solfångare så nära luftinloppet i grunden som möjligt.

2.5.1.4 Area

Variationer av solfångarens area varierar endast belastningen per kvadratmeter (Fall, 1985). Om luftflödet är konstant påverkar en förändring av arean endast lufthastigheten genom solfångaren. Ju mindre area desto högre lufthastighet och mindre temperaturökning. Mindre temperaturskillnad mot luften utanför solfångaren ger mindre värmeförluster. Flödesbelastning q/A orsakad av flödet och arean är direkt kopplad till verkningsgraden enligt avsnitt 2.5.1.1. Det är viktigt att inte överdimensionera solfångaren då detta gör att effekten minskar i värde relativt investerad krona och mängden överskottsvärme ökar.

Desto större area på absorbatoren gör att desto mer solstrålning kan absorberas och desto större värmeavgivande yta mot luften ges. Detta ger i sin tur en större värmeeffekt men kräver även större luftflöde.

2.5.2 Filter

Smuts i solfångare kan innebära problem då dels komponenter kan skadas, men också försämra effekten om partiklarna fastnar i materialet (Andrén, 2011). Enligt Patrik Sandin på Ultramare är det därför viktigt att ha något slags filter som förhindrar smutspartiklarna att ta sig in i solfångaren. Det är även viktigt att byta detta filter med jämna mellanrum, två gånger per år rekommenderas, då porerna lätt täpps igen av all smuts och därmed kräver mer tillskottsenergi. Det finns även olika klasser på filter beroende på vilken sorts smuts de ska skydda mot, om de är grova smutspartiklar eller mindre grova som pollen.

2.6 Solceller

Solceller är i Sverige det mest lönsamma sättet att för småskalig användning framställa solel på (Andrén, 2011). Solceller har mycket liten miljöpåverkan under användningen eftersom inga material förbrukas. Tidigare var solceller mycket dyra att tillverka och köpa men allt eftersom produktionsteknikerna och tekniken bakom solcellerna har förbättrats har priset minskat och fortsätter i samma riktning. Idag ligger priset i handeln på mellan 150-300 kr för en 5 Volt, 3 W solcell (Solar Lab Sweden, 2011). Den vanligaste sorten är kiselsolcell, denna består av en tunn platta med halvledarmaterial med kontakter på både fram- och baksidan (Andrén, 2011). Då solen skiner på solcellen polariseras denna, framsidan blir då negativt laddad och baksidan positivt enligt Petter Sjöström kontorschef på Direct Energy. Kontakterna samlar upp laddningen i form av ström som leds ut i en krets. En ensam solcell ger ungefär 0,5 Volt vilket är lågt, därför seriekopplas ofta solceller för att önskad spänning skall nås. Verkningsgraden på solceller i handeln ligger idag på cirka 20 %.

3. METOD

I detta kapitel beskrivs de metoder som använts under projektets gång för att analysera problemet och ta fram lösningsförslag. Metoderna presenteras i kronologisk ordning och utgår från produktutvecklingsprocessen.

3.1 Förstudie

I en förstudie tas en objektiv problemanalys fram och aktuell information om både teknik, design och marknad undersöks (Johannesson, 2004). Denna information skall sedan fungera som underlag vid idégenerering och fortsatt arbete. Det är i denna fas viktigt att se problemet från flera olika håll så att alla delar blir belysta. Studien skall slutligen resultera i en kravspecifikation som beskriver vad produkten skall åstadkomma.

3.1.1 Litteraturstudie

I en litteraturstudie studeras all, för projektet, relevant teori för att skapa en stor kunskapsbas om ämnet (Johannesson, 2004). Både produkt och marknad undersöks och informationskällorna kan vara böcker, rapporter, mässor, representativa kunder och konkurrenters produkter.

3.1.2 Beräkningar

Ett produktkoncept består av flera olika parametrar, val av teknologi, tankar kring hur komponenter skall kombineras samt olika värden på konstruktionsparametrar (Johannesson, 2004). Dessa konstruktionsvärden innefattar både data som längd och höjd samt beräkningar på bland annat effekter och flöden. Med dessa beräkningar och val kan sedan de olika koncepten värderas med avseende på de egenskaper och prestanda som tagits fram.

3.1.3 Problemanalys

Under problemanalysen arbetas problemet igenom och man ser okritiskt över alla förutsättningar, bland annat görs konkurrentanalyser, marknadsanalyser och patentsökningar (Johannesson, 2004).

3.1.3.1 Konkurrentanalys

Då nya produkter skall utvecklas är en kartläggning av situationen på marknaden en nödvändighet. Undersökning av de största konkurrenterna samt vad som kan komma här näst i

både teknikväg och design är viktigt att studera för att alltid ligga i framkant. Detta kan göras genom till exempel internetsökning och genom besök på mässor.

3.1.3.2 Funktionsanalys

I funktionsanalysen listas alla funktioner som produkten skall äga, beskrivna i verb och substantiv (Johannesson, 2004). Ett exempel för en flaska kan vara att bevara vatten, där bevara är verbet och vatten substantivet. Dessa delas sedan in i följande grupper:

- Huvudfunktion, vilken beskriver produktens primära uppgift
- Nödvändiga funktioner, är funktioner som måste finnas för att den primära uppgiften skall vara möjlig
- Önskvärda funktioner, som kan komma att öka kundvärdet
- Onödiga funktioner, är funktioner som inte krävs för systemet

Funktionsanalysen ger på så vis en tydlig överblick över de funktioner som produkten/systemet skall eller bör äga, vilket gör idégenereringsfasen något enklare.

3.1.3.3 Funktionsstruktur

Funktionsanalysen kan i sin tur resultera i en funktionsstruktur som ger en tydligare bild över de ingående funktioner som produkten skall åstadkomma (Johannesson, 2004). Syftet är att dela upp det övergripande konstruktionsproblemet till mindre delproblem, för att sedan finna dellösningar till dessa. Genom att sätta samman dellösningarna kan sedan en helhetslösning på det stora problemet nås på ett betydligt enklare sätt än att lösa allt på en och samma gång. Ett sätt att beskriva en funktionsstruktur är att dela upp den i olika flöden av material, energi och information.

3.1.4 Marknadsanalys

En marknadsundersökning kan bestå av både kvalitativa och kvantitativa metoder (Johannesson, 2004). Enkäter är en form av kvantitativa metoder medan djupintervjuer och fokusgrupper är exempel på mer kvalitativa.

3.1.4.1 Enkätundersökning

Genom att i ett tidigt stadie ta reda på kundernas önskemål och åsikter möjliggörs en arbetsgång med ett kundfokus genom hela produktutvecklingsprocessen. Ett lämpligt tillvägagångssätt för

detta är enkäter. Enkäter används för att samla in data från ett stort antal människor, som annars hade varit svåra att nå och/eller för att få en stor, kvantitativ mängd data (Johannesson, 2004). Enkäter kan utformas med öppna eller slutna frågor. Öppna frågor låter testdeltagaren själv formulera sitt svar medan slutna endast ger givna svarsalternativ. Öppna frågor medger uttömmande svar och kommentarer, dock kan de anses som besvärligare att svara på och risken för bortfall ökar. Slutna frågor är enkla att svara på och ger mätbar data, dock ger de inte deltagaren något utrymme för kommentarer eller åsikter utöver svarsalternativen. Vilken metod som är bäst lämpad beror på vad som efterfrågas, vanligt är att en kombination av de båda metoderna används. Nackdelen med enkätutskick är att det ofta ger få svar, därför behövs ofta stora utskick för att uppnå önskat antal svar.

3.1.4.2 Djupintervjuer

Som ovan nämnt är enkäter en kvantitativ datainsamlingsmetod, för att få mer kvalitativ data är djupintervjuer lämpliga att genomföra (Johannesson, 2004). Djupintervjuer kan baseras på en öppen frågeställning eller utformas för mer strikta frågor och svar. En intervju ger dock utrymme för följdfrågor samt diskussion och den tillfrågade kan få en tydligare beskrivning över intervjufrågorna utifall att dessa är något otydliga.

3.1.5 Kravspecifikation

Kravspecifikationens syfte är att definiera och specificera alla krav som produkten skall uppfylla (Johannesson, 2004). Kraven delas in i skall-krav och bör-krav, där skall-kraven måste uppfyllas och bör-kraven är önskvärda att uppfylla. Kravspecifikationen är ett styrande dokument under produktutvecklingsfasen men kan förändras under arbetets gång. Man brukar därför kalla detta ett levande dokument då specifikationen kompletteras och detaljeras efter hand.

3.2 Metoder för idégenerering

Efter att alla krav på både funktioner och prestanda formulerats tas syntesfasen vid (Johannesson, 2004). Under denna fas använder man sig av kreativa metoder för att generera olika idéer. Syntesfasen skall sedan resultera i tankar kring hur problemet kan komma att lösas.

3.2.1 Moodboard

En moodboard är ett kollage med bilder att få inspiration av vid idégenereringen (Pettersson, 2009). Den skall ha ett visst uttryck som man vill inbringa hos den slutgiltiga designen och ett

uttryck som attraherar den tänkta målgruppen. Kollaget kan även fungera som referens och kommunikationsunderlag då man vill förmedla ett uttryck till andra inblandade i exempelvis projektgruppen.

3.2.2 Brainstorming

I en brainstormingsession får idéer och tankar flöda fritt i form av både skissande och diskuterande (Johannesson, 2004). Meningen är att deltagarna gemensamt skall finna lösningsförslag genom att inspireras av varandra och utveckla varandras idéer.

3.2.3 Analogitänkande

Analogitänkande tillämpas för att se ett problem ur olika synvinklar och för att finna nya, kreativa lösningar (Johannesson, 2004). Olika analogier som kan användas som utgångspunkter för diskussioner är till exempel fantasianalogi, där man tänker sig en önskelösning och idégenererar helt fritt, utan gränser. En annan är personlig analogi, där man skall leva sig in i produktens "liv" och vara denna. En tredje analogi är direkt analogi, där likheter söks inom andra områden som sport, teknik och så vidare.

3.2.4 Osborns idésporrar

Vid tillämpandet av Osborns idésporrar ställs oberoende frågor kring de redan framtagna idéerna för att finna nya lösningar (Johannesson, 2004). Frågor som ställs är bland annat om en idé kan förstoras, förminsкас, omplaceras eller ersättas? Metoden lämpar sig bra då brist på nya idéer uppstått och triggar utvecklandet av de redan befintliga idéerna. Metoden kan användas både individuellt och i grupp.

3.2.5 Fokusgrupp

I en fokusgrupp samlas 5-15 representativa användare för att diskutera och utvärdera ett problem eller en framtagen lösning (Johannesson, 2004). Gruppen leds av en så kallad moderator som skall vara neutral och se till så att diskussionen håller sig till rätt ämne och att alla får komma till tals. Meningen är att deltagarna genom diskussioner skall finna nya lösningar och bygga på samt utveckla varandras idéer. Under fokusgruppen kan även nya synpunkter och åsikter komma att belysas. Deltagarna bör känna varandra någorlunda så att alla vågar prata för att inte några idéer skall hämmas.

3.3 Metoder för konceptframtagning och utvärdering

Då ett antal olika idéer tagits fram skall dessa sättas samman till hela koncept. Koncepten skall i sin tur utvärderas och analyseras för att ett slutkoncept skall kunna väljas.

3.3.1 Morfologisk matris

Då en morfologisk matris skall göras tas först och främst de olika delfunktioner systemet skall ha fram (Johannesson, 2004). När ett antal dellösningar tagits fram för de olika delfunktionerna kan en denna sorts matris med fördel användas för att generera helhetslösningar. I matrisen kombineras de olika dellösningarna till varje funktion så att ett antal helhetslösningar tas fram och utvärderas. De lösningar som inte uppfyller kravspecifikation eller som på andra sätt är orimliga sorteras bort.

3.3.2 Elimineringssmatris

I elimineringssmatrisen elimineras de koncept som inte följer kraven eller på andra sätt inte passar företaget (Johannesson, 2004). För att göra detta ställs koncepten upp och besvaras med ja eller nej på frågor om fördelaktighet ur miljö-, säkerhet- eller ergonomisk synvinkel, huruvida de löser huvudproblemet, passar företaget, uppfyller kraven i produktspecifikationen, kan realiseras och är inom kostnadsramen. Om antalet ja-svar överstiger nej-svaren bör konceptet tas vidare, i annat fall bör det elimineras. Frågorna kan även besvaras med frågetecken eller utropstecken, vilket innebär att man måste ha mer information om konceptförslaget innan ett ja eller nej kan ges.

3.3.3 Kvantitativa strukturer

När man skall skapa kvantitativa strukturer sätter man samman huvudkomponenterna till olika lösningsförslag. Detta görs genom enkla skisser på de olika komponenterna som sedan kombineras tillsammans på olika sätt för att eventuellt få fler lösningsförslag.

4. RESULTAT AV PROBLEMANALYS

4.1 Bakgrund till problem

Problemet med dagens system är att det inte fungerat helt tillfredställande i alla fall, då den relativa fuktigheten fortfarande överstiger 75 % i vissa grunder efter en tids användning, se diagram 4.1. Detta kan bero på långa perioder av hög relativ fuktighet i luften vilket resulterar i att systemet blir stillastående eller att luften som tas in inte är tillräckligt torr. Nedan demonstreras ett exempel på hur det kan se ut i en grund som har DryZeph-systemet installerat.

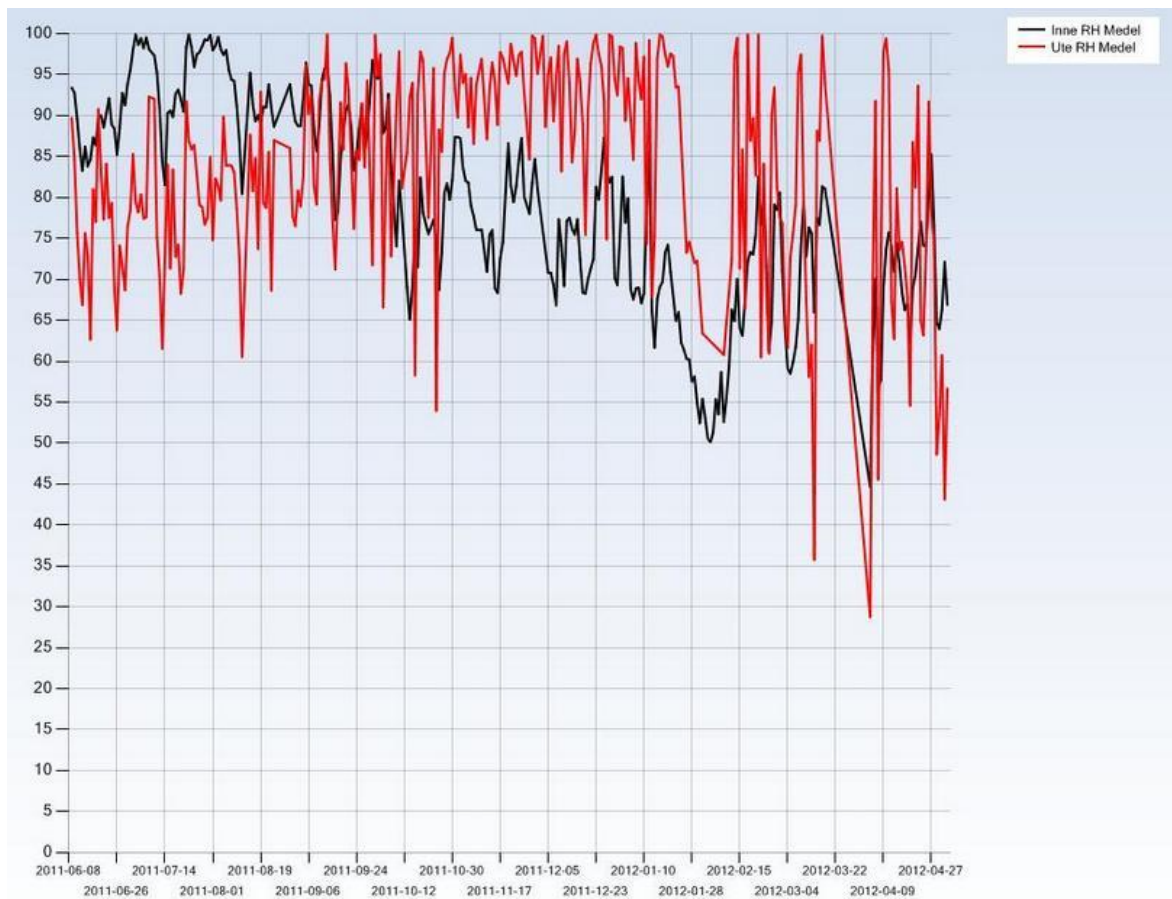


Diagram 4.1. Relativa fuktigheten utomhus (röd graf) och inomhus (svart graf) vid ett hus i Lödöse utanför Göteborg under perioden maj 2011 - april 2012.

I diagrammet ovan åskådliggörs två grafer, den svarta är dygnsmedelvärdet för relativa fuktigheten i en krypgrund i Lödöse under perioden 2011-06-08 till 2012-04-27 och den röda är dygnsmedelvärdet för den relativa fuktigheten utanför grunden under samma period. Under högsommaren, då behovet av avfuktning är som störst, är den relativa fuktigheten utanför grunden mestadels lägre än den i grunden då systemet är igång. Dock är den relativa fuktigheten utomhus periodvis över 75 % vilket gör att den torrare utomhusluften som tas in i grunden ändå har en skadligt hög relativ fukthalt vilket gynnar mögeltillväxt. Utöver detta kan uttydas att systemet knappt går alls mellan september och slutet av april, då mätningen avslutades.

Systemet är alltså inte tillräckligt effektivt för att alltid hålla den relativa fuktigheten under kritiska 75 %, varpå ett solburet komplementsystem skulle kunna vara lösningen.

4.2 Kundgrupp

Målgruppen för systemet är alla som äger en villa med krypgrund. De som tros vara de potentiella kunderna är framför allt de som är måna om sina hus och insatta i de problem som kan uppstå. Eftersom systemet är ett förebyggande system krävs det att kunderna blivit informerade om konsekvenserna som kan uppstå vid fuktproblem innan det skett.

I en tidigare rapport skriven för DryVent har två typiska kundgrupper identifierats (Carlsson, 2011):

“Den första kundtypen är i åldern 30-55 år med barn, eftergymnasial utbildning och en inkomst som kan betecknas som medel eller högre. Denna kundtyp har inte så mycket erfarenhet av byggnadsvård till följd av kort tid som husägare. De har heltidsjobb och har därmed begränsad fritid, vilket begränsar tiden de vill lägga på att oroa sig över sitt boende. De vill dock känna sig trygga i sitt hus och värnar framförallt om sina barn. De har vana att arbeta med datorer. Den andra kundtypen är mellan 55-70 år. Dessa har ett intresse i sitt hus och vill gärna ta del i allt vad som rör deras boende och känna att de har egen kontroll. De har oftast mindre datorvana och kräver därför teknik som de kan hantera. Denna kundtyp har erfarenhet av husägande och ser sig själva som väl kapabla att bedöma de risker som finns rörande krypgrunder, enligt slutsatser dragna ur egna intervjuer.”

Informationen om kundgruppen har använts i denna rapport som faktaunderlag vid idégenereringen för att ta fram lösningar. Informationen har även använts vid framtagning av enkät och val av tillfrågade vid enkätundersökningen.

4.3 Konkurrentanalys

Denna analys har gjorts i syfte att kartlägga situationen för luftsolfångare på dagens marknad i Sverige. De företag som kan tänkas konkurrera med DryVents komplementsystemet i framtiden har därför studerats. Informationsinsamling om konkurrenter och marknads potential har skett genom telefonsamtal samt diskussion med uppfinnare och säljare på olika företag, research på internet samt i litteratur.

4.3.1 Konkurrerande företag

Största delen av faktainsamlingen inför denna analys skedde på byggmässan Nordbygg i Stockholm under dagarna 22-23 mars 2012. Detta är en av nordens största byggmässor med närmare 900 utställare. Ett grundligt förarbete genom påläsning av de företag som skulle finnas på mässan och som ansågs vara intressanta konkurrenter gjordes för att få ut så mycket av mässan som möjligt. Under mässan diskuterades och undersöktes konkurrenters system och diskussion med bland annat Suncores uppfinnare och grundare Per-Gunnar Eriksson hölls. Frågor ställdes även till Fredrik Winberg, på Axson Svenska Energisystem som är återförsäljare för Solarventi, om hur företagets luftsolfångare fungerar och hur dessa är konstruerade. Henrik Båge på Soltech energy svarade även på frågor kring deras typ av luftsolfångare likaså Johan Månsson på Trygghetsvakten vars företag har en annan typ av uppvärmningssystem för krypgrunder. Nedan följer information om de företag vars produkter komplementsystemet kan komma att konkurrera med.

Suncore

Detta företag säljer idag en luftsolfångare som är 1 m² och har, enligt företaget, en effekt på 1000 W. Företaget ligger i Vilhelmina, där man enligt SMHI har en solinstrålning på ca 1000 W. Solfångaren har därmed en nästintill 100 procentig verkningsgrad, enligt uppfinnaren och grundaren Per- Gunnar Eriksson.



Bild 4.1. Suncores luftsolfångare med tillhörande solcell

Luftsolfångaren tar in luft genom ett luftintag på undersidan av solfångaren. En fläkt är i sin tur placerad längst upp, vilket medför att luften stiger igenom hela solfångaren, som är placerad vertikalt på fasaden. Luften tar sig sedan ut genom fläkthålet och in i huset genom ett ventilhål, se bild 4.1. Då solfångaren skall användas till en kryppgrund vänds den uppochner och luftspalten täcks med ett droppskydd för att hindra regnvatten från att tränga in. Detta påverkar, enligt Per-Gunnar, ej luftflödet nämnvärt. Fläktens luftflöde är på 70 m³/h och med detta luftflöde kan solfångaren värma upp ett rum, på cirka 88 m³, 5 °C en solig dag.

Är det 0 °C ute värms luften i solfångaren upp till 40 °C. Varma och soliga dagar kan luften värmas ända upp till 90 °C. Då det kan komma att bli riktigt varmt i fångaren består både bakstycke och framstycke av ABS-plast. Detta material tål mellan -40 °C till +170 °C, enligt Suncore, och har en lång livslängd på 25-30 år. Plast är även bättre än metall då detta är tålig mot korrosion. Absorbatorn är även den gjord i ABS- plast och består av en specialutformad yta med bubblor, detta för att solinstrålningen inte skall reflekteras bort.

Luftsolångaren går jämt då solen skiner och tack vare den ständiga cirkulationen av fläkten behövs inget avkylningssystem. Ventilen vid fläkten skruvas dock igen på sommaren när man inte vill få in varmluft i huset. Det är enligt företaget bra att låta fläkten gå kontinuerligt, då den håller längre när den ej är stillastående. På solångaren sitter även ett kallrasskydd för att reglera att den luft som kommer in inte är kallare än luften inomhus.

Soltech Energy

Företagets produkt är en uppblåsbar luftsolångare utvecklad främst för fritidshus. Denna solångare sitter uppe hela vinterhalvåret och plockas enkelt ned på sommaren då uppvärmning av luften i huset inte är nödvändigt, se bild 4.2. Denna produkt tar luft inifrån huset, skickar den med hjälp av en fläkt genom fångaren där den blir uppvärmd och sedan in den i huset igen. Fångaren sitter alltså uppe under vinter, vår och höst då man inte befinner sig i fritidshuset och tas ned när man är där över sommaren vilket gör att utseendet anses oviktigt.



Bild 4.2. Soltechs uppblåsbara luftsolångare

Soltechs luftsolångaren kan värma luften med drygt 5 - 20 °C och rekommenderas till hus som har en yta på max 60 m² för att kunna behålla samma effekt. Storleken är främst framtagna för att en ensam person skall kunna sätta upp solångaren på egenhand, enligt Henrik Båge på Soltech energy.

Luftsol­fångaren består av tre olika tyglager som går att ta isär, vilket gör att den inte behöver något filter utan enkelt kan rengöras. Detta gör den dock något ohälsosam då filter på exempelvis vär­mepumpar är till för att rena luften som värms upp. Absorbatorn består av svart nylontyg som är silikonbelagt och översta plasten består av polyester. Detta material är väldigt hållbart, vilket krävs då den sitter ute större delen av året och därmed utsätts för både regn och snö. Fläkten som sitter baktill på solfångaren har en kapacitet på 200 m³/h och drivs av solceller som är placerade mitt på absorbatorduken. Fläktkapaciteten är så pass hög på grund av att den innerluft som används redan är relativt varm och därmed inte behöver värmas upp så mycket. Avkylningssystem behövs inte då solfångaren är tänkt att vara nedtagen under de heta sommarmånaderna.

Solarventi

Solarventis luftsol­fångare har en patenterad baksida som består av en perforerad plåt med luftinsugshål. Dessa fungerar även som avkylningshål då luftsol­fångaren stängs av på sommaren. Luften som står still i solfångaren blir uppvärmd, men kan lätt ta sig ut genom de små hålen och därmed undviks överhettning. Hålens placering gör det även möjligt att sätta upp solfångaren både horisontellt och vertikalt, se bild 4.2. Det går dock inte att vinkla den över 60° då detta hindrar luften från att ta sig ut och riskerar att leda till att materialet smälter.



Bild 4.3. Solarventis luftsol­fångare med aluminiumram och integrerad solcell

Uteluften tar sig in genom den patenterade baksidan och pressas sedan framåt i solfångaren, genom en värmefilt med hjälp av en fläkt. Fångaren är utformad för att ha ett så litet tryckfall som möjligt, då ett högt tryckfall skulle kräva mer fläktstyrka. Fläkten drivs med hjälp av en solcell och för att hålla nere på kostnaderna bör denna vara så liten som möjligt vilket innebär att fläkten måste vara energisnål. Enligt Fredrik Winberg värmer Solarventis luftsolångare upp ett rum 5 °C i genomsnitt vintertid. Produkterna består av plexiglas vilket begränsar mängden solinstrålning men håller nere dess kostnad och finns i olika former och färg för att ge kunden en större valmöjlighet.

Trygghetsvakten

Trygghetsvaktens system använder sig, istället för en solångare som utnyttjar solenergi, av värmeslingor i grunden för uppvärmning av luften. Dessa går på el och är därmed ett något dyrare alternativ i längden. De kan dock garantera en jämn uppvärmning av luften som inte är väderberoende.

Slutsats av marknadens konkurrenter

En sammanfattning av denna analys visar på att de konkurrerande företagens luftsolångarsystem främst är framtagna för att värma upp inomhusluft. Många av dem har relativt ogenomtänkta lösningar för att fungera till krypgrunder, då detta inte är det främsta användningsområdet. Konkurrenterna har skilda lösningar vad gäller typen av luftintag. Soltech Energy har ett så kallat slutet system där luften tas från huset och värms upp medan övriga aktörer har ett öppet system där man istället utnyttjar uteluften.

Vid frågor kring storlek på luftsolångaren och dess effekt grundas mycket av de fakta som gavs på antaganden, då flera av företagen saknade direkta argument till varför de specifika parametrarna valts. En slutsats från detta är att det är relativt svårt att, utan testning, avgöra hur stor effekt produkten har. Det går heller inte att avgöra hur lång tid det tar att värma upp ett utrymme då förhållandena skiljer sig för varje grund.

Företagen tycks ha lagt mest resurser och utveckling på att dra ner solångarens pris istället för att höja kvalitén i form av effektivitet och utseende. Detta beror nog till stor del på att det är främsta sättet att locka kunder. Vinsten som ges i form av en frisk krypgrund är inte lika lätt att översätta

i pengar som exempelvis solfångare för vattenuppvärmning som tydligt kan visa på sparande av el. Det kan därför vara svårt att motivera denna typ av produkt varpå priset måste hållas lågt. En genomarbetad design som får produkten att sticka ut med ett förhållandevis lågt pris i jämförelse med konkurrenterna kan därför komma att bli av stor framgång. Suncores solfångarsystem kostar uppemot 4 485 kronor och har en effekt på 1000 W, Solarventis motsvarighet ligger på 9 100 kronor. Detta tyder på att prisspannet är relativt stort och att alla parametrar bör tas i beaktning för att kunna pressa priset men samtidigt behålla hög kvalitet.

Nya tekniker skulle även kunna komma att bli ett hot mot komplementssystemet som skall tas fram. Tekniken går hela tiden framåt och material med bättre egenskaper utvecklas hela tiden. Bland annat är nanomaterial något som är på framfart, glas med denna beläggning gör att oerhört små mängder ljus reflekteras och att inga beläggningar bildas på ytan (Park, 2012).

4.3.2 Substitut

Då dagens ventilationssystem samt komplementsystemet endast är till för förebyggande åtgärder finns ett flertal substitut som konsumenten kan välja att istället lägga sina pengar på. Först och främst skulle krypgrundsägaren själv kunna förebygga fuktskador genom att dränera marken runt huset, fylla grunden med makadam eller sten, plasta in den eller liknande. Istället för att värma upp krypgrunden med komplementsystemet skulle konsumenten kunna införskaffa ett element eller värmeslingor för uppvärmningen, som då heller inte är väderberoende.

Pengarna som skall gå till det förebyggande systemet skulle även kunna gå till en resa eller liknande om konsumenten anser sig ha en frisk krypgrund eller väljer att skjuta på problemet. Ett annat substitut skulle kunna vara att köparen helt enkelt inte köper systemet alls utan väntar tills problemet blir mer synligt och då exempelvis hellre införskaffar sig en avfuktare.

4.4 Funktionsanalys

I funktionsanalysen återfinns alla de funktioner som systemet skall eller bör äga. Denna är indelad i funktioner som systemet i sig måste uppfylla, men även komponenter som glas, absorbator och ram.

Den huvudfunktion som systemet skall uppfylla är att avfukta krypgrunden för att förebygga fuktskador. För att detta skall fungera måste även de nödvändiga funktionerna uppfyllas. Då avfuktningen skall ske genom en höjning av temperaturen i krypgrunden, vilket sker genom förvärmning av ventilationsluften med hjälp av solenergi, måste två av de nödvändiga funktionerna vara att värma krypgrund samt höja temperatur. En annan nödvändig funktion är att utnyttja solljus då funktionen kommer grunda sig på detta och fungera tack vare solinstrålningen.

Systemet med både glas, absorbator och ram skall sitta ute året om varpå det kommer att utsättas för stora påfrestningar, detta gör att alla komponenter måste ha nödvändiga funktioner som att tåla stötar, regn och kyla. Då instängd luft i solfångaren kan komma att bli mycket varm är en viktig funktion hos alla delar att även tåla värme.

Glaset har som huvudfunktion att släppa igenom ljus och bevara värme, alltså medge transmission då luften annars inte har någon möjlighet att värmas upp. Liksom absorbatorns främsta uppgift är att dra till sig solstrålningen och ramens att hålla ihop och isolera hela konstruktionen. För att se övriga funktioner som systemet skall äga se bilaga 2.

4.5 Funktionsstruktur

De delfunktioner som ansågs vara de mest nödvändiga för att lösa huvudproblemet presenteras nedan i funktionsstrukturen, se bild 4.4. Genom att se över dessa en för en och försöka finna dellösningar till varje problem istället för att finna en lösning på huvudproblemet direkt, gjordes idégenereringen både enklare och bredare. Dessa delfunktioner presenteras även i den morfologiska matrisen där dellösningar till alla problem presenteras och sätts samman i olika alternativa koncept.

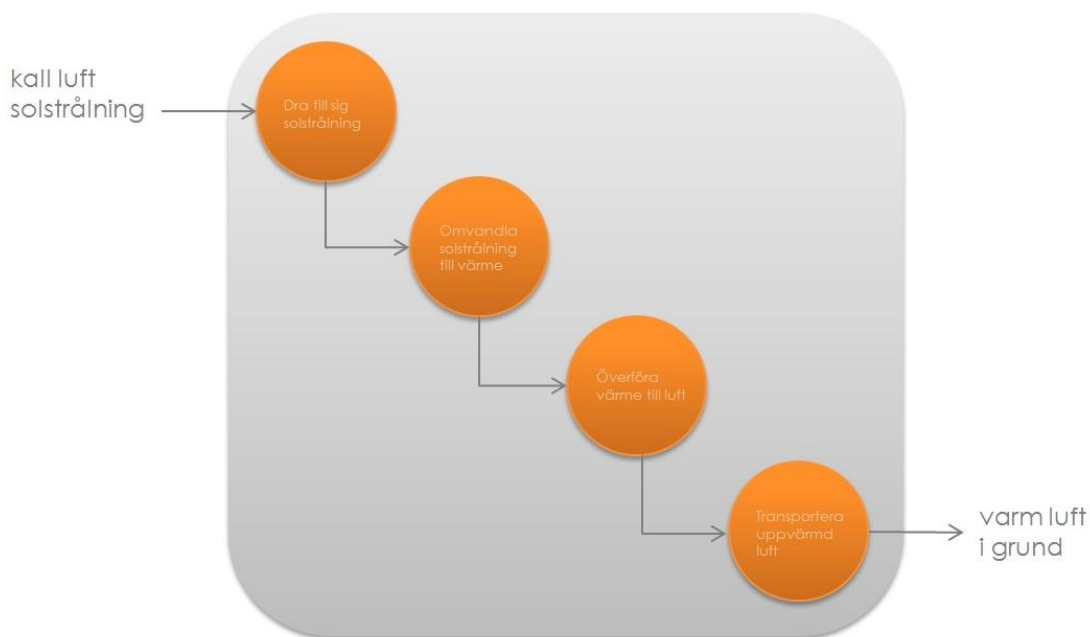


Bild 4.4. Funktionsstrukturen visar de viktigaste funktionerna: Dra till sig solstrålning, omvandla solstrålning till värme, överföra värme till luft samt transportera uppvärmd luft till krypgrund.

4.6 Marknadsanalys

Marknadsanalysen utgjordes av en brukarundersökning vilken bestod av två olika delar, dels en enkätundersökning samt djupintervjuer, för att samla både kvalitativ och kvantitativ data. Målet med brukarundersökningen var att ta reda på hur luftsolångaren skulle utformas och placeras för att vara så attraktiv för köparen som möjligt. Brukarundersökningen genomfördes för att samla data att utgå ifrån vid framtagningen av det nya konceptet. Genom att ta reda på de tillfrågades åsikter samt inställning till att placera ett föremål på husfasaden kan kvalitativa koncept tas fram enklare.

4.6.1 Enkätundersökning

De tillfrågades åsikter förväntades inte skilja överdrivet mycket i ämnet, vilket gjorde att målet sattes till att få in mellan 30-40 svar på enkäten. Krypgrundsägare ansågs inte skilja sig något nämnvärt från villaägare utan krypgrund vad gäller åsikter kring estetiken på husfasaden, varpå enkäten skickades ut till villaägare både med och utan krypgrund. Ungefär hälften av de tillfrågade var existerande kunder hos DryVent.

Syftet med enkäten var främst att ta reda på konsumenternas inställning till att sätta upp ett luftsolfångarsystem på den egna husväggen och/eller hur detta system i så fall skulle vara utformat för att det skulle vilja ha det där. På grund av sekretess var frågorna i enkäten tvungna att utformas övergripande och bestod därför av frågor som rörde utseendet på de tillfrågades hus, vilket uttryck de vill att deras hus skall spegla samt tankar om vad man kan tänkas sätta upp på det egna huset, se bilaga 3. Även frågor kring underhåll av systemet ställdes i enkäten, detta för att enklare kunna utvärdera olika koncept i ett senare skede. Enkäten utformades med både slutna ja/nej frågor och öppna frågor där de tillfrågade hade möjligheten att skriva egna kommentarer. Kombinationen valdes för att kunna ta till vara svarspersonernas åsikter och samtidigt få ut kvantitativ data. Enkäten innehöll även bildfrågor för att de tillfrågade personerna lättare skulle kunna sätta sig in i hur system för ventilation kan tänkas se ut.

För att säkerställa att enkätens frågor var väl utformade och inte bröt mot sekretessen, blev dessa granskad av handledaren på företaget Andreas Pfister. Ett pilottest av enkäten gjordes även med 2 stycken personer, inputen under dessa test togs i beaktning och enkäten omformades något. Sammanlagt besvarade 36 personer enkäten, vilket var ett antal som höll sig inom de tänkta ramarna.

4.6.2 Intervjuer

Intervjuerna var upplagda med enkätens innehåll som grund med vissa undantag, se bilaga 5. Detta för att förstärka svaren som gavs i enkäten och få mer förståelse. Undantaget var dock att intervjufrågorna var utvidgade, med fler följdfrågor för att få mer fördjupade svar.

I detta projekt bestod intervjugruppen av personer med olika erfarenheter för att få en bredare bild av vad en större kundgrupp kan tänkas vilja ha och vad som är viktigt med det nya,

framtagna systemet för olika människor. För intervjuerna valdes därför sex personer med skilda bakgrund, varav en med främst teknisk bakgrund, fyra personer med intresse för estetiken och en med både teknisk erfarenhet och ett estetiskt intresse, se tabell 4.1 för mer information om dessa.

Namn	Bakgrund
Dan-Owe Alm	Stor erfarenhet av tekniska system och ägare av två hus, fritidshus och vanligt hus, båda med krypgrund.
Sven Ekered	Stor erfarenhet av ventilationssystem och tekniska system.
Björn Lidén	Kund hos DryVent och ägare av krypgrund med DryZeph.
Britt-louise Lidén	Kund hos DryVent och ägare av krypgrund med DryZeph.
Bror Sandström	Kund hos DryVent och ägare av krypgrund med DryZeph.
Bengt Kronborg	Ägare av krypgrund med avfuktare.

Tabell 4.1. Intervjuade personer och dess bakgrund

Slutsats av marknadsundersökning

De slutsatser som kan dras utifrån resultatet av brukarundersökningen redovisas nedan.

Av de tillfrågade i enkäten hade 69,4 % någon form av system idag för att förebygga eller förbättra klimatet i sitt hus. Detta tyder på att en stor del av denna målgrupp är villiga att sätta upp föremål på det egna huset för att förbättra dess miljö. Många ansåg att villa och trädgård är något man gärna vårdar, det skall vara målat och fint, och man vill enligt majoriteten ge ett stilrent och funktionellt intryck, se diagram 4.2.

Vad passar bäst in på det intryck Du vill att ditt hus skall ge?

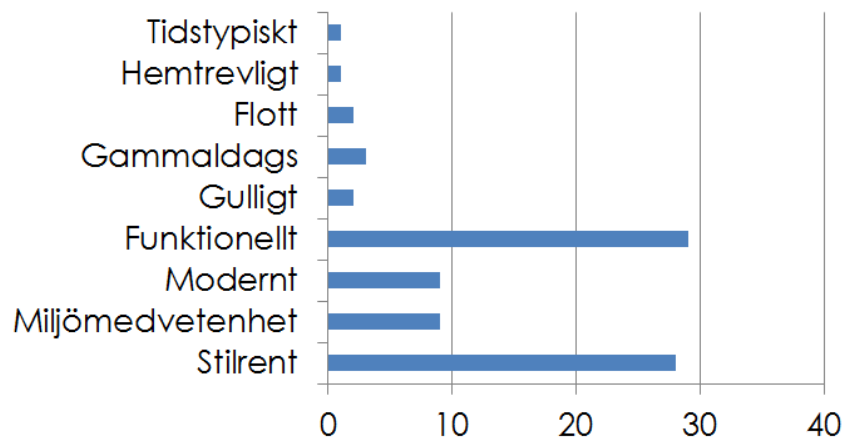


Diagram 4.2. Diagrammet visar det intryck som flest ville ge sitt hus

Vad gäller utseende och design på ett system kunde en slutsats från både intervjuer och enkätundersökningen dras att alla tillfrågade ville att detta skulle smälta in och harmonisera med huset i både form och färg. I bildfrågan nedan svarade 65,3 % av de tillfrågade att systemet på hus nummer 3 var mest tilltalande, se diagram 4.3. Detta system var inbyggt i en träpanel av samma färg som huset. De svarade ville även helst undvika att sätta upp föremål mitt på fasaden, dock blev svaren väldigt jämna mellan att montera något på taket respektive långt ner på fasaden.

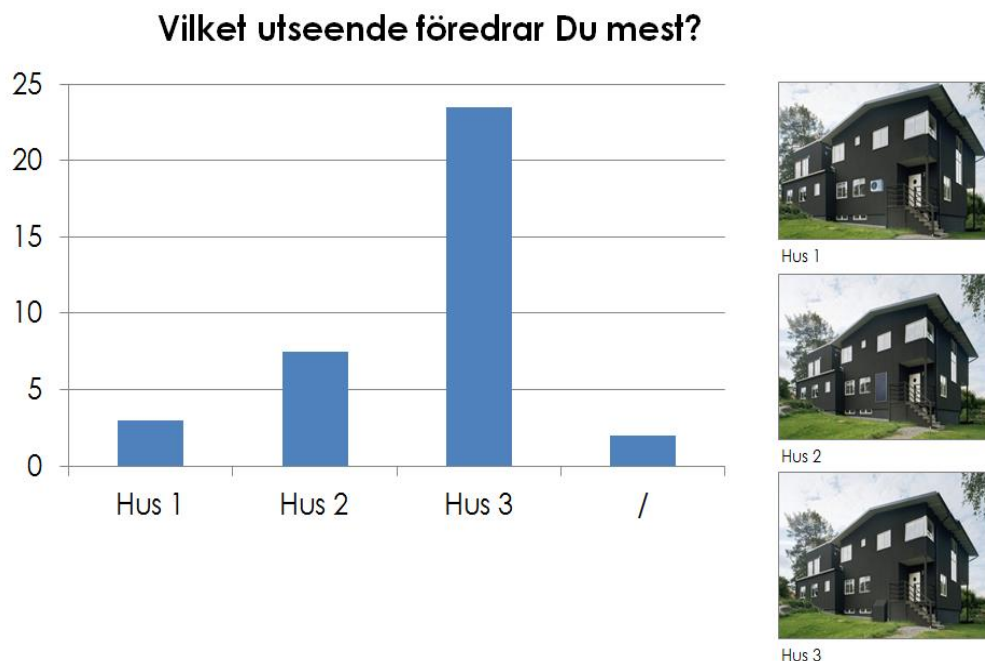


Diagram 4.3. Hus 3 var det system, till utseendet, flest personer föredrog

I frågan som behandlade vad som har störst betydelse av nytta och utseende när man skall montera något på sitt hus svarade 83,8 % att det beror på föremålets nytta. Dock kompletteras denna åsikt med svar från intervjun att man såklart undviker att sätta upp något fult på huset om det inte är absolut nödvändigt. Eventuellt skulle systemet kunna vara uppsatt på baksidan av huset om detta är ett ställe man sällan vistas på. Den generella åsikten från intervjuerna var dock att utseendet inte spelade en övervägande roll och hade man riktigt stora problem med fuktskador eller liknande kunde man i princip montera upp vilken koloss som helst.

Vad gäller montering av systemet ville 56,9 % att en fackman skall montera detta, resten 15 personer av 36 kunde tänka sig att montera på egen hand och av dem kunde 93,5% lägga mer än en timme på detta. Under intervjuerna besvarades dock denna fråga med att det självklart beror på hur svårt detta är och beroende på om några specialverktyg behövs som är dyra att köpa in för privatpersoner. För underhåll kunde 58,3 % tänka sig att lägga 15 minuter i månaden och i princip alla, 97 %, höll med om att borra hål för infästningar i väggen inte vara några problem om detta behövdes. Under intervjuerna nämndes dock att tiden systemet skall vara uppsatt avgör detta något. För att borra hål kan det vara lämpligt att systemet sitter uppe i 20-25 år, inte som en

parabol man byter ut vartannat år. Det kändes även osäkert att borra hål i husväggen eller grunden då man oroade sig över vattenläckor. Om borrhålen inte tätas rätt kan eventuellt vatten tränga sig in, vilket kan vara svårt att garantera då montering eventuellt kan ske på egen hand av köparen. Se bilaga 4 för fler enkätresultat.

4.7 Kravspecifikation

Funktionsanalysen samt övrig informationsinsamling utmynnade slutligen i en kravspecifikation där alla de krav som ställts på systemet återfinns. Kraven är uppdelade under olika rubriker, dessa är tekniska krav, montering, användning, säkerhet, tillverkning, hållbarhet och utformning.

De primära kraven hos produktspecificeringen gäller främst systemets utformning då det skall passa dagens system, men även för att attrahera kunderna. Flera krav har även satts på de tillhörande komponenterna som glas och ram, dock har krav gällande fläkt och absorbator utelämnats då dessa komponenter i förhand valts ut av företaget. Hela kravspecifikationen finns att tillgå i bilaga 6. Kravspecifikationen har uppdaterats kontinuerligt under projektets gång allt eftersom ny information tillkommit och har hela tiden fungerat som en checklista för att ingen parameter skall utelämnas.
detta.

5. BERÄKNING AV SOLFÅNGARENS ERFODRADE PRESTANDA

5.1 Behov av extra uppvärmning

För att skydda krypgrunder mot fuktskador är, som bekant, tanken att förvärma ventilationsluften för det existerande systemet. Detta för att temperaturen i grunden skall bli högre och på så vis skall den relativa fuktigheten sänkas. För att grunden skall vara skyddad från fuktskador skall den relativa fuktigheten ligga under 75 %. Hur stor temperaturhöjning som behövs för att säkerställa detta beror på grundens utformning och den relativa fuktigheten i denna. Halten kan variera mycket från grund till grund och från dag till dag. Halten är direkt kopplad till RF utomhus samt grundens form och isolering.

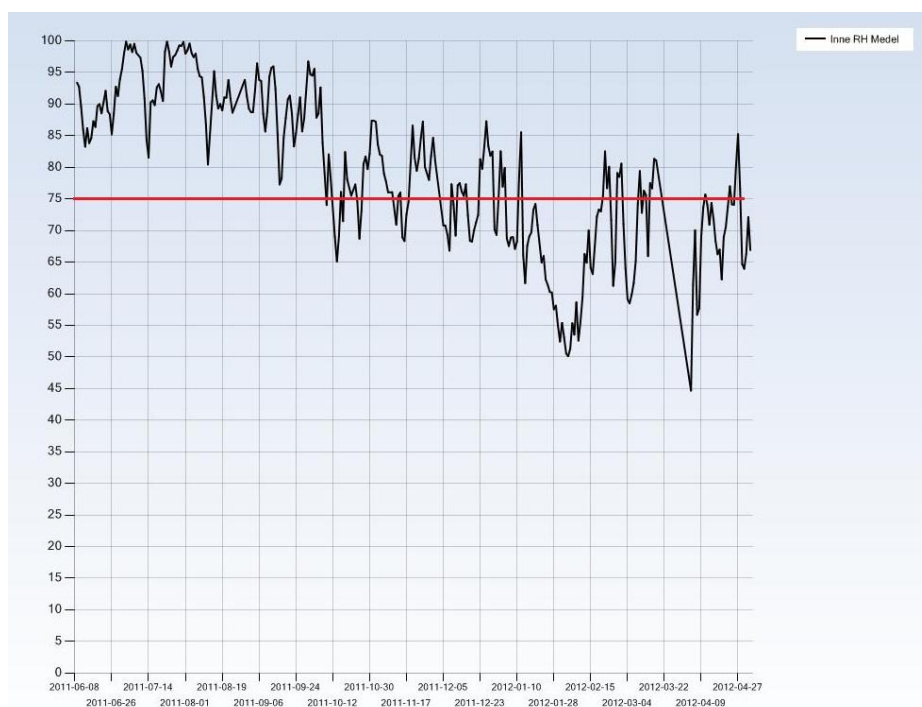


Diagram 5.1. Den svarta grafen är dygnsmedelvärdet för den relativa fuktigheten i en grund i Lödöse, den röda linjen markerar RF 75 %.

Diagrammet 5.1 ovan är hämtat från en grund där DryZeph är installerat. Trots att systemet är installerat ligger RF över 75 % under långa perioder, framförallt under månaderna mars till

september. Vissa dagar är RF 100 %, för att undvika att RF överstiger 75 % skulle RF behöva sänkas med minst 25 % dessa dagar. Som tidigare nämnts motsvarar en temperaturhöjning på 1 grad en sänkning av RF med 5 %, detta innebär att temperaturen max behöver höjas med strax över 5 °C för att RF alltid skall ligga under kritiska 75 %.

I en rapport av Tore Hansson från 1992 konstaterar författaren, utifrån mätningar på två olik isolerade krypgrunder i Västsverige, att den erforderade temperaturhöjningen av luften i grunderna för att undvika kritiska värden för relativ fuktighet, är maximalt 5 °C under sommaren i det mindre isolerade huset och maximalt 7 °C i det mer isolerade huset (Hansson, 1992). Det välisolerade huset kräver alltså mer värme för att sänka den relativa fuktigheten än det mindre isolerade. Markisolering däremot höjer medeltemperaturen i grunden, speciellt då luftomsättningen är låg. Hanssons rekommendationer är för grunder utan ventilationssystem installerade, en snitthöjning på 5 °C anses därför rimligt om ett sådant är installerat.

5.2 Effektbehov

En förenklad beräkning på effektåtgången för att värma upp luft ser ut enligt följande (Fall, 1985):

$$P = C_p * q * \rho * \Delta T$$

Ekv. 5.1

P = Erforderlig effekt [W]

q = Totalt luftflöde [m³/s]

ΔT = Temperaturskillnaden mellan inlopp och utlopp i luftsofångaren [K]

C_p = Värmekapacitet, 1007 för luft [kJ/kg * K]

ρ = Densitet 1,2 för luft [kg/ m³]

De ingående parametrarna som q, det totala luftflödet, ges utifrån information om antalet luftutbyten och storlek på grunden. DryZephssystemet har idag 2-3 luftutbyten per timme och eftersom komplementsystemet kommer att vara kopplat till detta system måste även beräkningarna på komplementsystemet utgå ifrån dessa fakta. Komplementsystemet skall, som nämnts tidigare i rapporten, i enlighet med företaget i huvudsak kunna tillämpas för en grund på 60 m³. 2,5 luftutbyten per timme motsvarar då en mängd luft på 150 m³, då 60 m³ * 2,5 luftutbyten ger 150 m³. Det totala luftflödet, q, är därmed 150 m³/h eller 0,042 m³/s. Nedan

kommer luftflödet att benämnas i enheten m^3/h eftersom det anses skapa en större förståelse i sammanhanget.

Ett vanligt fläktförhållande för de grunder DryZeph idag är installerat på är 3:2, vilket innebär att grunden har 3 fläktar för utluft och 2 för inluft, se bild 5.1. Dessa beräkningar utgår ifrån samma förhållande, var på de då finns två inloppsfläktar. En av dessa är placerad vid ventilationshålet i solfångaren och den andra en bit ifrån.

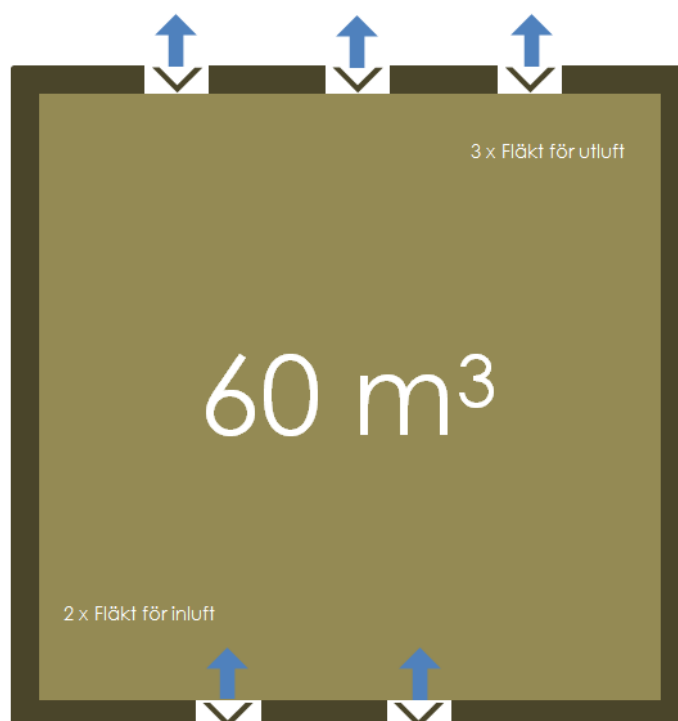


Bild 5.1. Förhållandet mellan fläktar för inlopp och utlopp

För att uppfylla det önskade luftutbytet på $150 \text{ m}^3/\text{h}$ luft som skall föras in i grunden krävs det en fläktkapacitet på $75 \text{ m}^3/\text{h}$ för vardera fläkt. De valda fläktarnas kapacitet är idag $170 \text{ m}^3/\text{h}$, luftflödet kan dock ställas in via en dator som kopplas till systemet. Därmed kan dessa användas för hela systemet, då det inte är ovanligt att sänka fläktarnas luftflöde till runt $80 \text{ m}^3/\text{h}$.

En annan parameter som måste bestämmas för att kunna genomföra beräkningen av effektåtgången är temperaturdifferensen hos den luft som skall värmas upp. Som nämnts tidigare är behovet för uppvärmning av krypgrunden 5 °C, vilket därmed bestämmer temperaturhöjningen. Med dessa fakta kan den teoretiska effektåtgången för att värma upp luft med ett luftflöde på 75 m³/h, 5 °C räknas ut efter härledning av ekvation 5.1:

$$\frac{5 * 75 * 1007 * 1,2}{3600} = 125,9 \text{ W}$$

Den teoretiska effektåtgången som skulle krävas är alltså 125,9 W. Formeln tar dock ingen som helst hänsyn till de värmeförluster som sker vid transporter av luften från solfångare till krypgrunden. De förlusterna uppskattas dock bli relativt små och är därmed försumbara. Den tar heller inte hänsyn till avkylningseffekten mot ytorna inne i grunden eller värmeförlusten för den luft som tar sig ut genom springor och liknande i väggarna. En variabel som också utelämnas i beräkningen gäller effekttillförseln från solfångaren som inte alltid är konstant samt övriga systemets påverkan då det vid val av ett öppet system tillförs kall uteluft vid luftutbyten av torrare luft som kyler ner grunden.

Den verkliga effektåtgången är därmed betydligt högre. För att uppnå en total 5 gradig temperaturhöjning i grunden måste temperaturen på luften från solfångaren alltså vara mycket mer än 5 °C varmare än luften i grunden.

Vid ett möte med uppfinnaren Per-Gunnar på företaget Suncore berättade han att deras luftsolfångare ger en temperaturhöjning på luften i solfångaren med upp till 40 °C under soliga dagar med en fläktkapacitet på 70 m³/h. Detta genererar enligt Per-Gunnar en total temperaturökning på 5 °C under dagen i ett utrymme på 88 m³. Med denna information som utgångspunkt kan den teoretiska maxeffekten på deras luftsolfångare beräknas enligt:

$$\frac{40 * 70 * 1007 * 1,2}{3600} = 939,9 \text{ W}$$

Då Suncores luftsolångare har testats i verkligheten och som nämns värmer upp ett utrymme på 88 m³ med 5 °C utgår även beräkningar för komplementsystemets effektbehov utifrån detta antagande. Detta på grund av att verklig fakta för komplementsystemet vid detta stadi är omöjlig att få då testning av systemet krävs. Luftflödet skiljer sig dock jämfört med Suncores var på den teoretiska effekten för systemet som skall tas fram fås enligt:

$$\frac{40 * 75 * 1007 * 1,2}{3600} = 1007 \text{ W}$$

Det kommer alltså krävas ett maximalt effektbehov på 1007 W för att en 5 gradig temperaturhöjning skall vara möjlig. Då rumsvolymen för komplementsystemet är 28 m³ mindre än det som Suncore räknat med kan en slutsats dras om att ett aningens mindre effektbehov bör räcka. Dock syftar informationen om uppvärmning på 5 °C på luft som förs in i ett vanligt rum vilket är betydligt bättre isolerat än dagens krypgrunder var på mer värme förmodligen stannar kvar. Även det faktum att Suncore värmer upp uteluft, vilket för komplementsystemet ännu inte är bestämt, kan medföra att luften får den uppvärmning som anges. Med denna information som grund görs därför en avvägning som resulterar i att det maximala effektbehovet för komplementsystemet bör vara **1000 W**.

5.3 Verkningsgrad

Verkningsgraden på solångarna i handeln ligger idag på omkring 90 % enligt Per-Gunnar Eriksson. Verkningsgraden varierar med bland annat luftflödet i solångaren och hur denna variation ser ut för en luftsolångare av den typ som behandlas i den här rapporten kan avläsas ur grafen nedan, se diagram 5.1 (Gustafsson, 2008). Grafen är en approximerad förlängning av ett diagram ur Gustafssons rapport, *System för användning av solenergi i lantbrukets driftsbyggnader*.

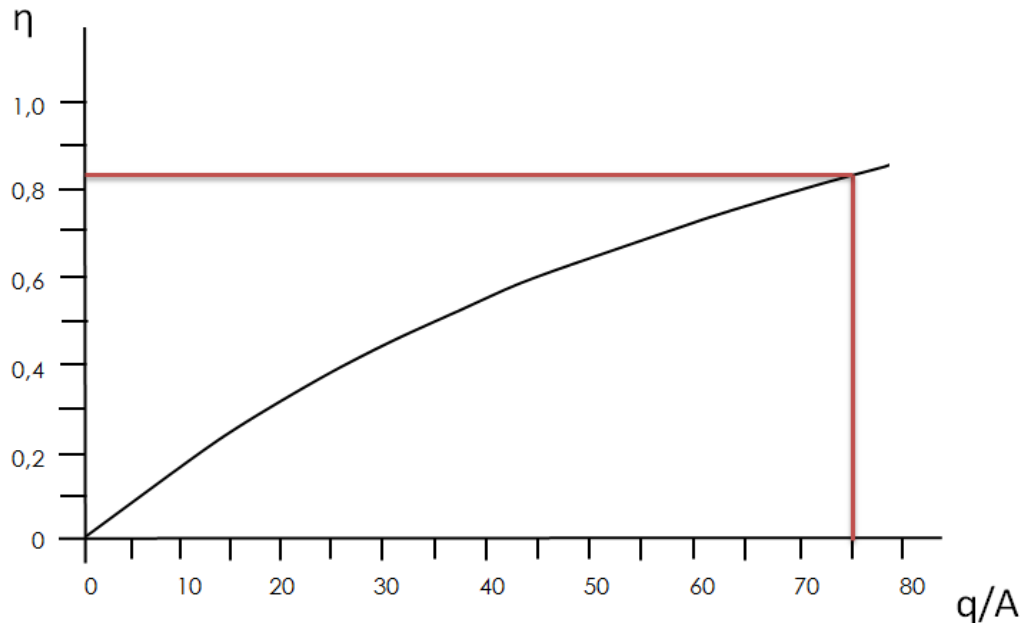


Diagram 5.1 Approximation av verkningsgradens beroende av det specifika luftflödet, q/A , av en graf från Gustafsson.

Med ett luftflöde på $75 \text{ m}^3/\text{h}$, vilket definierats i föregående kapitel, skulle solfångaren, enligt diagrammet, ha en verkningsgrad på ca 82 %. Solfångaren, vilket diagrammet baseras på, har ett frontglas bestående av polyesterplast vilket har en ljusgenomsläpplighet på cirka 80 %. Om istället glas användes, vilket har en ljusgenomsläpplighet på 90 %, skulle troligtvis verkningsgraden öka med några procent.

Verkningsgraden beror dock på fler faktorer än bara luftflödet, som till exempel lufthastigheten, vilken har beslutats att hålla låg. Därför tros verkningsgraden på denna solfångare bli något högre än Gustafssons och har därför antagits till 90 %, likt övriga luftsolfångare på marknaden.

5.4 Storlek på luftsolfångare

Storleken på solfångaren spelar en viktig roll både för dess effekt och för dess utseende. En större solfångare gör att en större mängd solinstrålning kan tillföras, denna är $1000 \text{ W}/\text{m}^2$. Dock bör solfångaren utformas så liten som möjligt för att uppfylla konsumenternas önskan om ett system som smälter in, vilket kan vara svårt med ett stort föremål.

Uträkning av solfångararean påverkas av ett antal faktorer varav effektbehov samt verkningsgrad grundas på väl genomtänkta antaganden. Med alla parametrar givna går arean att räkna ut enligt:

Effektverkningsgrad (Fall, 1985):

$$\eta = \frac{q * \rho * Cp * \Delta T}{A * E} \quad \text{Ekv. 5.2}$$

Kan härledas till:

$$A = \frac{q * \rho * Cp * \Delta T}{\eta * E} \quad \text{Ekv. 5.3}$$

där E = instrålningstäthet vilken har ett maxvärde på 1000W/ m²

η = effektverkningsgrad

q= luftflöde [m³/s], 75 m³/h = 0,0208 m³/s

ΔT = önskad temperaturökning

$$A = \frac{0,0208 * 1,2 * 1007 * 40}{0,9 * 1000} = 1,1188 \text{ m}^2$$

Detta innebär att med en verkningsgrad på 0,9 måste komplementsystemet utformas med en yta på 1,12 m² för att ge en uteffekt på 1000 W.

5.5 Lufthastighet i luftsolångare

Lufthastigheten som nämns tidigare i rapporten bör vara max 3 till 5 m/s. Detta beror på att en högre lufthastighet ger en ökad ljudnivå samt ett ökat tryckfall. Då solfångaren skall designas med ett så lågt tryckfall som möjligt för minsta möjliga energiförbrukning och lägsta ljudnivå är detta en viktig parameter. En uträkning för lufthastigheten kan fås genom formeln nedan (Çengel, 2001):

$$v = \frac{q}{a} \quad \text{Ekv. 5.4}$$

Arean i formeln motsvarar tvärsnittsarean på de ventilationshål i solfångaren där luft är tänkt att tas in. Med dessa parametrar givna fås lufthastigheten i solfångaren enligt:

a = arean på luftintaget $A = r^2 * \pi = 0,06^2 * \pi = 0,0113 \text{ m}^2$

q = 0,0208 m³/s

$$v = \frac{0,0208}{0,011304} = 1,84 \text{ m/s}$$

Systemet kommer alltså ha en lufthastighet på 1,84 m/s vilket håller sig under den maximala nivån och därmed tyder på att tryckfallet kommer bli lågt, så även ljudnivån. De önskvärda parametrarna för systemet, såsom luftintag och luftflöde, är därmed fullt realiserbara för en fungerande helhetslösning.

5.6 Slutsats av beräkningar

En slutsats som kan dras gällande de beräkningar som gjorts är att tester på en verklig produkt är nödvändiga för att ge mer pålitliga värden då teorin inte alltid stämmer överrens med praktiken i sammanhang som dessa. De antaganden som gjorts är dock väl grundade i teori samt fakta om liknande system.

Inget exakt svar för hur lång tid det tar att värma upp en grund på 60 m³, 5 °C, kan egentligen ges då detta beror på flera faktorer. Att beräkna det exakta effektbehovet är även det näst intill omöjligt då fläktarna går varierande tidsperioder åt gången, vilket gör att luftutbytet aldrig är konstant. Samt att komplementsystemet är kopplat till ett övrigt ventilationssystem som emellanåt tar in kall luft, vilket kyler ner kryppgrunden. Fler faktorer är:

- Värmeförluster mot kalla ytor inne i grunden
- Hur torr/fuktig luften är, påverkar hur ofta ny luft förs in i grunden
- Värmeförluster genom väggarna och marken
- Solinstrålningens variationer
- Temperaturen på den luft som skall värmas upp
- Grundens storlek och utformning

En sammanfattning av data som beräknats och som det slutgiltiga konceptet kommer utgå ifrån är:

- Ett system med 2 ineluftsfläktar och 3 utluftsfläktar
- 2,5 luftutbyten i timmen
- Ett luftflöde på $75 \text{ m}^3/\text{h}$
- En uteffekt på 1000 W
- En verkningsgrad på 0,9
- En storlek på $1,12 \text{ m}^2$
- En lufthastighet på 1,84 m/s

5.7 Förutsättningar i konstruktion

När det kommer till konstruktion av systemet finns det många faktorer som bör tas i beaktning. Om luften skall tas utifrån bör intaget för luft placeras så långt ifrån marken som möjligt för att erhålla bra, torr luft eftersom luften är fuktigare närmare marken. Intaget bör även placeras med största möjliga avstånd från fläkten för att hela absorbatoren skall kunna utnyttjas och luften värmas upp tillräckligt. Arean på luftintaget/intagen skall vara den samma eller större som arean på utloppet, alltså 113 cm^2 för att inte skapa undertryck i solfångaren.

Fläkten skall placeras vid luftutloppet som ansluts med krypgrunden genom ett rör. Utloppen för luften på solfångaren bör placeras nära krypgrundens ventil för att erhålla kortast möjliga rörlängd. Detta för att undvika värmeförluster och tryckfall. Dimensionen på röret, vilket leder luften in i grunden, är givet av företagets standard för att passa ventilhål och är 12 cm. Diametern på detta bör vara konstant för att inte orsaka tryckfall och oönskade ljud.

Absorbatoren skall helst ligga mitt emellan fronten och bakstycket för att skapa luftströmmar både över och under denna. Detta för att det ger en dubbelt så stor värmeavgivande yta än om luften bara strömmar på en sida av absorbatoren, dessutom minskas värmeförlusterna mot baksidan med denna konstruktion (Gustafsson, 2008).

Luftspalterna mellan absorbatoren och fronten samt mellan absorbatoren och bakstycket skall vara små eftersom verkningsgraden blir högre ju mindre dessa är.

Ytterligare en parameter som måste bestämmas är huruvida luften som skall värmas upp skall tas utifrån eller inifrån grunden. Luften kan antingen tas utifrån, luftintagen sitter då på baksidan eller sidan av solfångaren. Systemet måste då styras av det DryZeph-systemet för att säkerställa att luften som tas in alltid är torrare än den som är i grunden. Detta gör att inte alla soltimmar kan utnyttjas då det kan hända att solen skiner men det är fuktigare ute än inne i grunden vilket medför att systemet står stilla och därmed inte utnyttjar alla soltimmar. Solfångaren måste då förses med någon slags avkylningssystem för att den inte skall överhettas då solen på denna skiner men fläkten är avstängd. Alternativet är att luften tas inifrån grunden, värms upp i solfångaren och skickas tillbaka in i grunden. På så sätt kan solfångarsystemet alltid utnyttjas då solen skiner, oberoende av fuktigheten i luften utomhus. För denna lösning skulle det behövas ytterligare ett hål i grunden för luftinloppet och sannolikt skulle även spirorör behövas för att fördela värmen i hela grunden. Partiklar inifrån grunden riskerar också att följa med in i solfångaren och smutsa ner denna, ett filter skulle därför behövas för att undvika detta.

6. KONCEPTFRAMTAGNING

I detta kapitel beskrivs den process som användes för att ta fram både tekniska och visuella koncept för solfångaren.

Konceptframtagningen startade med en idégenerering där ett brett spektra av idéer togs fram. De idéer som ansågs mest intressanta utvecklades och kombinerades sedan i en morfologisk matris vilken resulterade i tre olika koncept. Med hjälp av en elimineringsmatris valdes sedan ett av koncepten ut var på detta modifierades.

6.1 Idégenerering

Som grund för idégenereringen låg brukarundersökningar och faktainsamling från mässbesök, fältstudier, konkurrentanalyser samt från internet, litteratur och rapporter. Framförallt låg fokus på att finna lösningar på hur solfångaren skulle kunna smälta in i sin omgivning, utformas till estetiskt tilltalande samt vara spännande.

Som tidigare nämnts har luftsolfångaren funnits på marknaden länge och utvecklingen har hela tiden gått framåt då prestanda på material och konstruktion förbättrats. Vad gäller det estetiska utförandet och anpassning till kundgruppen har utvecklingen dock gått desto långsammare. För att finna nytänkande lösningar där fantasin skulle vara så fri som möjligt, tillämpades därför kreativa idégenereringsmetoder som analogitänkande och Osborns idésporrar.

För att inte låsa idégenereringsfasen i ett tidigt stadie togs det här ej hänsyn till huruvida luftintaget hos systemet skulle ha ett öppet- eller slutet system. Saker som ekonomi, montering och sammansättning lämnades även utanför för att en öppen idéprocess skulle vara möjlig.

6.1.1 Moodboard

Moodboarden som togs fram är tänkt att uttrycka stilrenhet och funktionalitet, vilka var de uttryck solfångaren önskades äga enligt både intervjuer och enkätundersökningen, se bild 6.1. Föremålen som är med på moodboarden har enkla och mjuka former för att ge ett stilrent uttryck och på så vis lättare smälta in i olika miljöer på ett trivsamt sätt. Kollaget användes under idégenereringen som inspiration för att enklare finna det formspråk som produkten skulle äga.



STILRENT
FUNKTIONALITET

MJUKA FORMER

Bild 6.1. Moodboard som användes för inspiration vid idégenerering

6.1.2 Brainstorming, Analogitänkande och Osborns idésporrar

Under arbetets gång hölls flera brainstormingsessioner, se bilaga 7, och handledaren från företaget, Andreas Pfister, medverkade vid flertalet av dessa. Under sessionerna togs nya idéer fram och befintliga idéer diskuterades samt vidareutvecklades. Även metoderna analogitänkande, se bilaga 12, och Osborns idésporrar, se bilaga 11, har använts för att ta fram nya, kreativa idéer. Idégenereringen började brett för att sedan begränsas till mer specifika lösningar. Under sessionerna skissades idéer fram och antecknades ner, se bild 6.2.

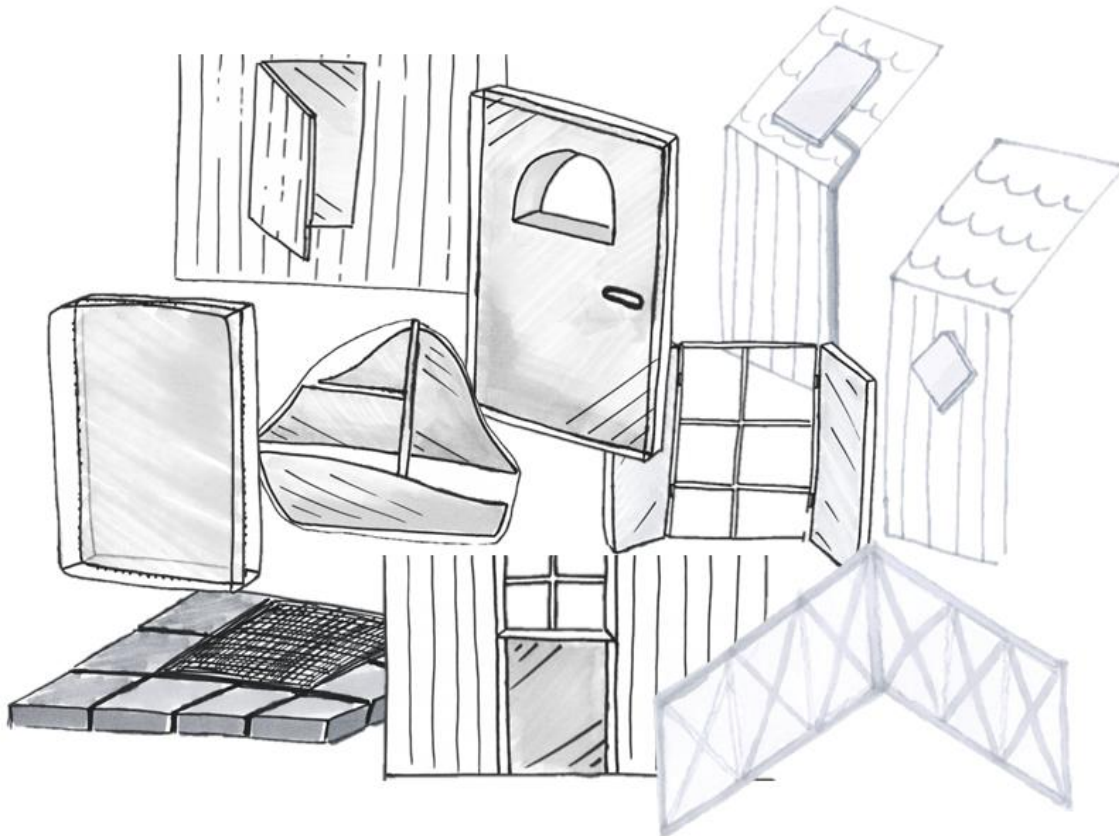


Bild 6.2. Här är ett urval av alla idéskisser med allt ifrån att integrera solfångaren i staket, fönsterluckor, stenplattor och konstverk

En del lösningar var att systemet skulle utformas så att det smälte in i sin omgivning på bästa sätt. Andra var direkt motsatta, hur kan solfångaren utformas för att uppfattas som något spännande och intressant? Idéer om hur solfångaren skulle kunna effektiviseras genom exempelvis olika vinklningssystem genererades. Idéer med integrerade extra funktioner som belysning togs fram samt lösningar med en tydlig miljöbranding. Ett urval av idéerna som togs fram finns att tillgå i avsnittet om resultatet av idégenerering och en fullkomlig sammanställning över alla idéer finns att tillgå i bilaga 13.

6.1.3 Fokusgrupp

Fokusgruppen bestod av sex stycken deltagare med samma bakgrund och liknande erfarenheter, se bilaga 8. Alla deltagare var bekanta och trygga tillsammans, vilket gjorde diskussionen lättsam. Fokusgruppen inleddes med en kort redovisning av vad projektet handlar om, hur nuvarande system fungerar och hur vårt komplementsystem är tänkt att fungera. Alla hade då

samma fakta att utgå ifrån vid brainstormingen som innehöll både diskussion och skissande, se bilaga 8.

Sammanfattning av fokusgrupp

Deltagarna i fokusgruppen var alla eniga om att man borde försöka kamouflera systemet eller integrera det i andra föremål som finns i trädgården. Idéer som togs fram var allt ifrån att sätta solfångaren på markisen, på fönsterluckor, som staket eller på skorstenen, för fler lösningar se bilaga 9. En annan tanke hos fokusgruppens deltagare var att helt undvika kamouflering av produkten då dess användning visar på miljömedvetenhet, vilket kan vara något man snarare vill visa än dölja. Slutsatsen från fokusgruppen var att det hela beror till största del på husets utformning, men alla höll med om att en eventuell ram kring luftsolfångaren inte bör vara utav aluminium utan hellre av trä. Kommentarer som uttalades under fokusgruppen var:

“På ett modernt hus går det bra med en blank, fräsig produkt, detta blir dock en stor stilkontrast till en gammaldags stuga.”

och

“Den borde sitta på taket hellre än på en vägg och om den inte går att dölja bör man göra den desto mer synlig. Det får inte se ut som man försökt dölja systemet, men misslyckats helt.”

6.2 Resultat av idégenerering

En fullkomlig sammanställning av de idéer som genererades återfinns i bilaga 10. I detta avsnitt nämns de idéer och lösningsförslag som ansågs mest intressanta och därmed vidareutvecklades.

Moduler

En idé som togs fram gällande konstruktionen var att basera solfångarsystemet på moduler, se bild 6.2. Modulerna skulle kunna sättas samman eller fungera var för sig. Detta för att enkelt kunna anpassa systemet till storleken och utformningen på de olika krypgrunderna. Varje modul skulle vara 70 x 70 cm stor, vilket skulle täcka uppvärmningsbehovet för ett utrymme på runt 30 m³, en sådan modul skulle då passa en liten grund eller en grund med stängda skepp. För större, öppna krypgrunder skulle två eller fler moduler sättas samman. Kanterna på modulerna skulle

vara försedda med en längsgående lucka vilken öppnas då ytterligare en modul monteras på och tillåter då ett luftflöde genom båda modulerna. Då endast en modul används är luckan stängd. På detta viset skulle endast en produkt behövas i sortimentet.

Vinklingsbar

För att ta till vara så mycket solstrålning som möjligt bör vinkeln på luftsolångaren varieras över året för att följa solen. En idé var därför en vinklingsbar solångare, se bild 6.2. Solångaren skulle fästas i husväggen i överkant och underdelen skulle kunna vinklas ut med hjälp av en ställning. Luftröret till ventilen i grunden skulle vara rörligt och följa med solångaren då den vinklas ut. Med detta koncept skulle den optimala vinkeln kunna användas för att maximera effekten och solångaren skulle enkelt kunna vinklas in och då ta mindre plats.

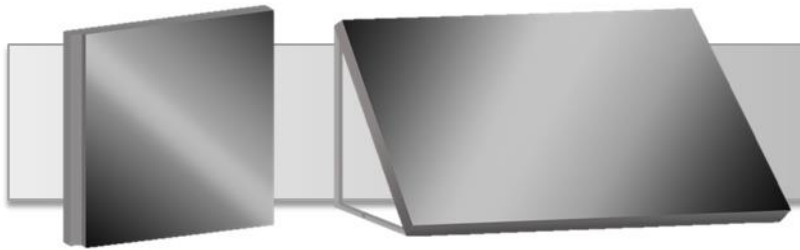


Bild 6.2. Idéskiss på modulbaserad solångare till vänster och vinklingsbar till höger

Mjuka kanter

En solångare med rundade hörn ansågs modernare och mer estetiskt tilltalande än de kantiga, se bild 6.3. Denna form smälter in, gör det lätt för luften att cirkulera runt inuti fångaren samt gör den säkrare då vassa hörn undviks.

Miljöprofilerad

Idag är det populärt att “eco-branda” miljömedvetna produkter och då analogimetoden tillämpades utvecklades ett koncept om att miljöprofilera systemet då det kan drivas på enbart solenergi, se bild 6.3. Den miljöprofilerade idén är en vidareutveckling på idén som nämns ovan med mjuka kanter men har en grön linje i ramen och ett grönt blad nere i hörnet. Tanken med idén är att konsumenten skall tycka att det är mer acceptabelt att sätta upp ett system på sitt hus om det uttrycker miljömedvetenhet.

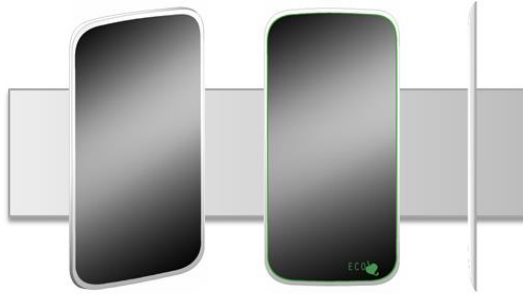


Bild 6.3. Idéskisser av lösningen med rundade hörn samt miljöprofilerad

Integrera i föremål

Vid nästan alla idégenereringssessioner togs idéer om att integrera solfångaren i trädgårdsföremål eller föremål på huset fram. Detta för att systemet skall döljas något, exempelvis som ett fönster genom att sätta spröjs på systemet eller integrera det i en blomlåda. Andra idéer var att forma det som ett väggkonstverk eller som en staty i trädgården för att sedan leda in värmen till grunden genom rör under jorden.

Slutsats av idégenerering

De många idéer som togs fram under idégenereringen analyserades och utvärderades slutligen för att väga samman alla delar till slutgiltiga lösningskoncept. Många av dessa idéer föll bort under ytterligare brainstormingsessioner och diskussion med företaget.

En miljöprofilerad lösning ansågs inte passa alla och skulle inte smälta in likt det önskemål som nämndes under brukarundersökningen. Att utforma solfångaren för modulanpassning skulle troligtvis påverka konstruktionens täthet och på så vis försämra dess effekt. Integrering av systemet var den idé som diskuterats mest var på denna var kvar under vidare konceptgenerering. Det kunde även vara en möjlig lösning för att få solfångaren att smälta in mer i omgivningen vilket var ett stort önskemål hos både intervjuande och enkätbesvarande personer. Lösningar med en vinkligns möjlighet utvärderades även vidare då detta var en möjlig lösning för att öka systemets effektivitet.

6.3 Konceptgenerering

Följande avsnitt beskriver framtagandet av slutkonceptet. Avsnittet inleds med en morfologisk matris där tre olika koncept tas fram utifrån olika dellösningar som genererades under idéfasen. Avsnittet fortsätter sedan med att ett slutkoncept vidareutvecklas.

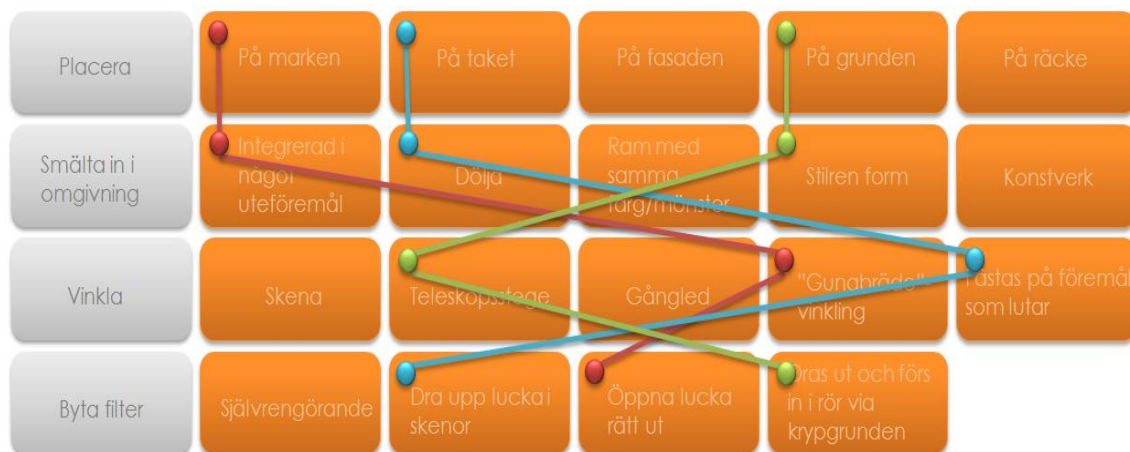
6.3.1 Morfologisk matris

Den morfologiska matrisen gjordes med produktspecificeringen som grund, se tabell 6.1. I denna fanns fasta parametrar som tagits fram tillsammans med företaget exempelvis att systemet skulle ha en fläkt och en absorptor från Suncore, därmed lämnades delfunktioner som att dra till sig solinstrålning och transportera värme utanför matrisen, då dellösningar för detta redan var uppfyllt. Istället riktades den morfologiska matrisen mer åt utformning och uppsättning av systemet, var på delfunktioner som placera, smälta in i omgivning, vinkla och byta filter valdes. Sammanlagt resulterade matrisen i tre olika koncept som benämns integrerad-, tak- och vinklingsbar solfångare, dessa beskrivs under avsnitt 6.3.2.

Placera	På marken	På taket	På fasaden	På grunden	På räcke
Smälta in i omgivning	Integrerad i något uteföremål	Dölja	Ram med samma färg/mönster	Stilren form	Konstverk
Vinkla	Skena	Teleskopsstege	Gångled	"Gungbräde"-vinkling	Fästas på föremål som lutar
Byta filter	Självrengörande	Dra upp lucka i skenor	Öppna lucka rätt ut	Dras ut och förs in i rör via krypgrunden	

Tabell 6.1. Morfologisk matris, de olika delfunktionerna samt de dellösningar som togs fram för vardera funktion.

Tabellen nedan visar hur den morfologiska matrisens dellösningar parats ihop till tre olika koncept, se tabell 6.2.



Tabell 6.2. Morfologisk matris med tre olika kombinationer

6.3.2 Framtagna koncept

Resultatet från den morfologiska matrisen presenteras nedan.

6.3.2.2 Integrerad solfångare

Det första konceptet, den röda kombinationen i matrisen, är en vidareutveckling av önskemålet att integrera solfångaren i något utföremål, varav detta koncept är utformat likt en kruka för utomhusbruk. Denna består av böckad plåt med en öppen långsida, där är tanken att solfångarsystemet skall placeras, se bild 6.4. Detta system består i sin tur av en glasskiva med mörklad yta samt en absorbatör som omsluts av en ram. Ramen är tänkt att fästas fast i krukans med hjälp av två klamrar. Dessa klamrar sitter i mittenhöjd på ramens bakstycke och fästs fast runt en axel som är placerad inuti krukans hölje. Klammern och axel har ett tillräckligt högt motstånd mellan varandra så att solfångaren skall klara av att hållas på plats vid den vinkling som väljs.

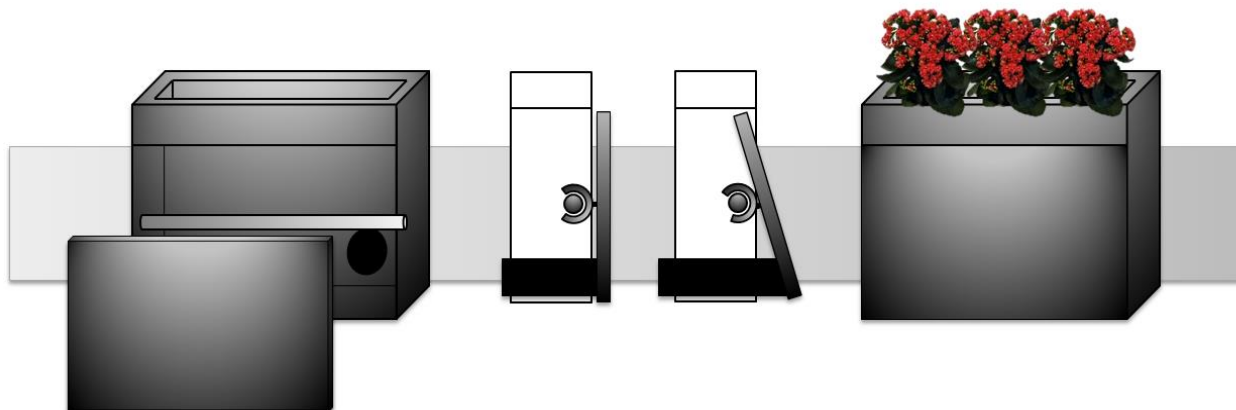


Bild 6.4. Idéskiss på den integrerade solfångaren

Då solfångaren vinklas följer ventilationsröret med då detta är expanderbart. Ovanför krukan finns även ett utrymme att plantera växter i. Hela systemet kan genom detta koncept placeras var som helst på marken och ventilationsrör göms inuti höljet, vilket ger en stilren utsida. Konceptet är även något som går att anpassa till varje hus och smälter in i flera olika sorters miljöer. Det kräver heller ingen avancerad montering, vilket är en fördel i de fall då konsumenten själv skall montera ihop systemet. Infästningar är något som ej krävs då det enda ingreppet i husfasaden kommer vara ett luftintagshål i väggen, i de fall ett slutet system eventuellt väljs. Ett strutformat filter är placerat i öppningen av det ventilationsrör som tar in luft. Då man enkelt kan fälla solfångarsystemet rätt ut kommer man åt att byta filtret denna väg.

6.3.2.1 Solfångare på taket

Det andra konceptet, den blåa kombinationen i matrisen, består av en solfångare som är utformad med en svart baksida, absorbatör och ett frontglas i ett stöttåligt material. Denna är tänkt att placeras på taket, se bild 6.5, varav en låg vikt är av stor betydelse för att klara av montering på egen hand.

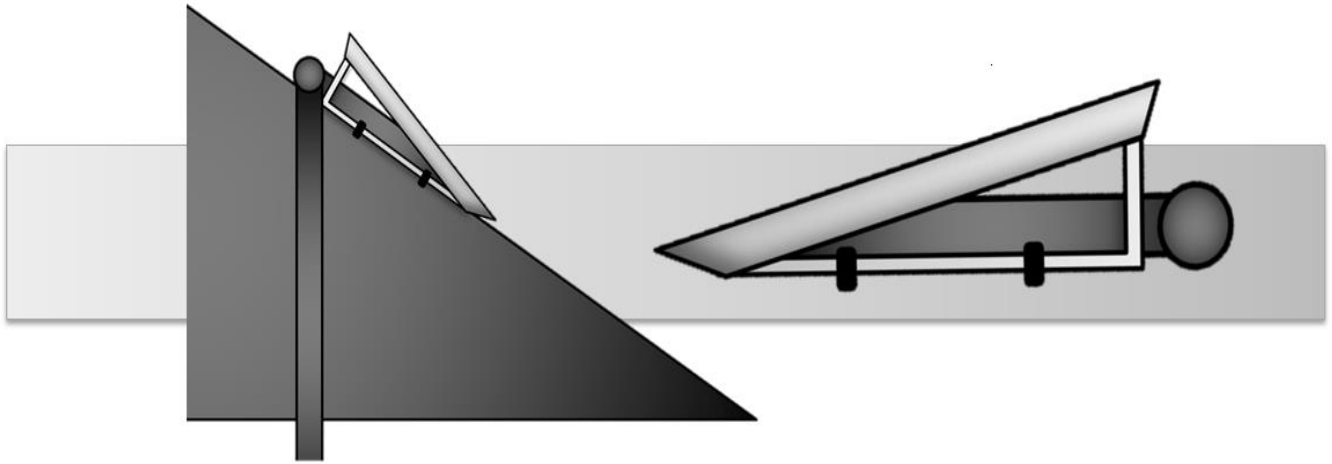


Bild 6.5. Idéskiss på den solfångare som placeras på taket

Då brukarundersökningen visade på att hälften av de tillfrågade kan tänka sig att placera solfångaren på taket valdes därför denna idé som ett möjligt koncept. Det skulle även innebära att solfångaren sällan hamnar i skugga och på så vis kommer ha tillgång till alla soltimmar under dagen. Med ett svart tak blir detta koncept diskret och då luften är tänkt att ledas ner till krypgrunden genom svarta rör liknande stuprännor blir konceptet diskret. Solfångaren sitter fast på en ställning, detta för att bilda ett utrymme under den där luftintagsröret kan få plats. Vinkeln på solfångaren beror dels på ställningens utformning men till största del på takets lutning var på vinkeln blir naturlig vid monteringen. Filtret för detta koncept är cirkulärt och kommer bidra till ett något högre tryckfall jämfört med ett strutformat filter. Genom att dra ut en skiva från det stuprör som leder ner till grunden där filtret är monterat kan man enkelt byta ut detta.

6.3.2.3 Vinklingsbar solfångare

Det tredje konceptet, den gröna kombinationen i matrisen, är en solfångare som går att vinkla. Detta gör att konsumenten får möjligheten att utnyttja den optimala solinstrålningsvinkeln över året och därmed maximera solfångarens effekt, se bild 6.6. För de som inte vill vinkla sin solfångare finns möjligheten att ställa solfångaren i vertikalt läge mot husväggen. Solfångaren monteras på en vinklingsbar ställning som i sin tur monteras på husväggen eller grunden. Denna kan vinklas tack vare en konstruktion med teleskoprör. Teleskopröret är uppbyggt av flera rör med olika diametrar. Då solfångaren är vinklad vertikalt mot väggen

samlas alla rören i ett rör och får då den totala längden av endast ett rör. Då solfångaren vinklas ut förlängs teleskopröret genom att de olika rören dras ut ur varandra.

Solfångaren är försedd med rundade hörn och enkla former för att ge ett stilrent uttryck och på så sätt smälta in i omgivningen. Konstruktionen är tänkt att bestå av en ram vilken omsluter de övriga komponenterna i systemet, glaset och absorbatoren. Ramen kan beställas i olika färger efter önskemål för att passa in på huset.

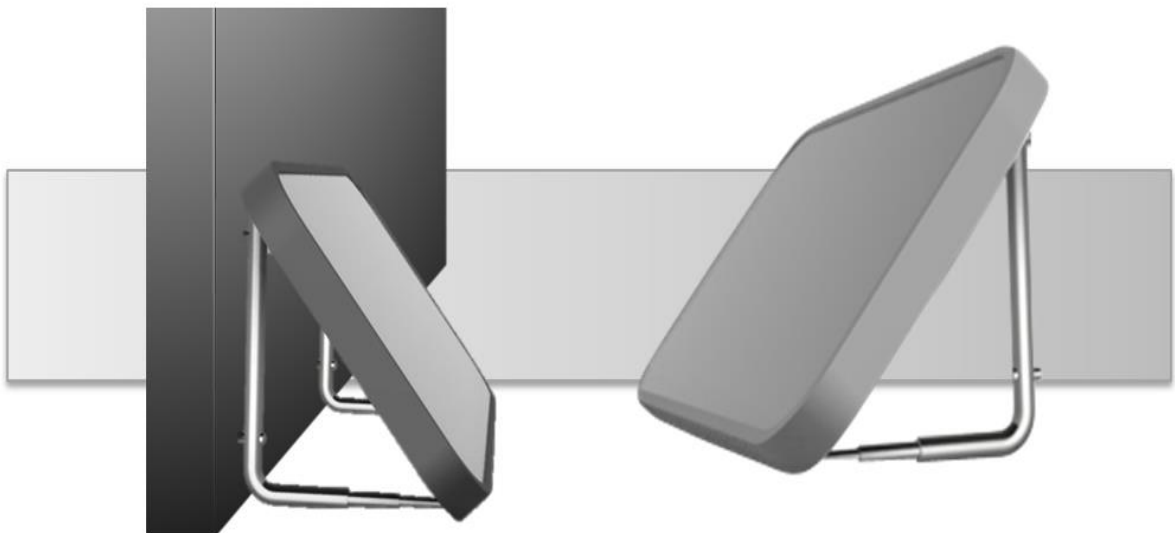


Bild 6.6. Idéskiss på det vinklinsbara konceptet, till vänster visas den placerad mot en vägg

Filtret har formen av en strut vilken enkelt monteras i röret för inloppsluften. Ett sådant filter är mycket enkelt att byta, dock måste det bytas inifrån grunden vilket kan vara något krångligt.




6.4 Utvärdering av framtagna koncept

I denna utvärdering sker en vägning mellan de framtagna koncepten efter olika kriterier, var på det koncept som får högst poäng vidareutvecklas.

6.4.1 Elimineringssmatrix

I elimineringssmatrixen analyseras de tre koncepten utifrån skilda faktorer som bland annat hur väl konceptet löser huvudproblemet och hur väl lösningen passar företaget. Nedan visas

elimineringssmatrisen, se tabell 6.3, och de kriterier som anses vara till en lösnings fördel eller till dess nackdel.

Elimineringsmatris									
Koncept	Lösör huvudproblemet	Uppfyller alla krav	Realiserbar	Inom kostnadsramen	Säker och ergonomisk	Passar företaget	Tillräcklig info	Elimineringskriterier (+) Ja (-) Nej (?) Mer info krävs (!) Kontroll produktspec.	
								Beslut (+) Fullfölj lösning (-) Eliminera lösning (?) Sök info krävs (!) Kontroll produktspec.	
								Kommentar	Beslut
	+	?	+	?	-	-	-	Svår att anpassa till flera hus. Något oseriös för företaget image.	Ej vald
	+	-	?	?	+	-	-	Kan krävas mycket mer i fläktkapacitet. Mer värmeförluster.	Ej vald
	+	+	+	?	+	+	+		Vald

Tabell 6.3. Elimineringssmatrisen visar hur valet föll på det vinklinsbara konceptet

Av de olika koncepten är det den vinklinsbara solfångaren som passar företaget bäst, både gällande de komponenter som systemet skall innehålla och den image som företaget idag har.

Nackdelen med den integrerade solfångaren är främst att förslaget känns något oseriöst för ett ventilationsföretag. Lösningen kommer vara svår att anpassa till flera hus, då söderläget enligt enkätundersökningen ofta består av en altan där krukorna kommer ta stor plats eller eventuellt måste placeras mitt i en rabatt.

Nackdelen med att ha solfångaren på taket är att ett stort tryckfall kommer skapas då luften skall ledas neråt till grunden. Detta kan komma att kräva en starkare fläkt och därmed inte stämma överens med företagets önskemål. Vägen ner till grunden kommer även öka värmeförlusterna och därmed solfångaren effekt. Detta koncept anses inte heller vara tillräckligt säkert och ergonomiskt att montera för en privatperson, då systemet kommer ha en relativt stor vikt, var på

ett minus ges under detta kriterium. Konceptet skulle även bli otympligt att anpassa för det slutna systemet, ifall utvärderingen resulterar i att denna typ av system väljs, då ett rör för både inneluft och uteluft måste ledas ner längst tak och husvägg.

Alla koncept saknar fakta kring huruvida de håller sig inom kostnadsramen. Detta beror på att parametrar som materialval samt exakta komponenter ej är valda, vilka i sin tur har en stor påverkan på produktens slutpris. Då alla parametrar hade vägts in i elimineringsmatrisen återstod den vinklingsbara solfångaren för vidareutveckling.

6.5 Utveckling av slutkoncept

Följande avsnitt behandlar valet av ventilationsprincip, formspråk, konstruktion och material för den slutgiltiga lösningen.

6.5.1 Val av ventilationsprincip

Då två alternativ, slutet- och öppet system, för luftintag ska vara möjligt utvärderas dessa under val av ventilationsprincip. Genom att se till de olika systemens för- och nackdelar görs avvägningar som slutligen resulterar i att ett alternativ väljs.

6.5.1.1 Öppet system

I ett öppet system ska luftsolfångarsystemet vara kopplat till DryZeph-systemet och styras av detta. Det innebär att luft från luftsolfångaren endast kommer tas in då DryZeph systemet är igång, alltså då luften utomhus är torrare än luften inomhus. Luft tas in utifrån genom luftsolfångaren och värms upp då solen skiner, se bild 6.7. Om solen inte skiner då systemet är igång tas luft in genom luftsolfångaren utan att värmas upp.

Ett öppet system kräver ett avkylningssystem för att inte bli överhettat då fläktarna ej är igång och luften står still. Ett avkylningssystem skulle enkelt kunna lösas med till exempel en luftutgång längst upp på solfångaren. När luften värms upp stiger den och tar sig då ut via en sådan luftspalt. Anledningen till att systemet ska styras till DryZeph-systemet är för att undvika att fuktigare luft än den i grunden tas in. Detta system behöver även ha ventilationshål för inluften vars area tillsammans motsvarar arean för fläktens ventilationshål, alltså hålet för utluften. Ett filter skulle troligtvis behövas för inluften då pollen och andra partiklar från uteluften följer med in genom solfångaren. Ett skydd för att undvika regn vid inluftshålet är även nödvändigt.

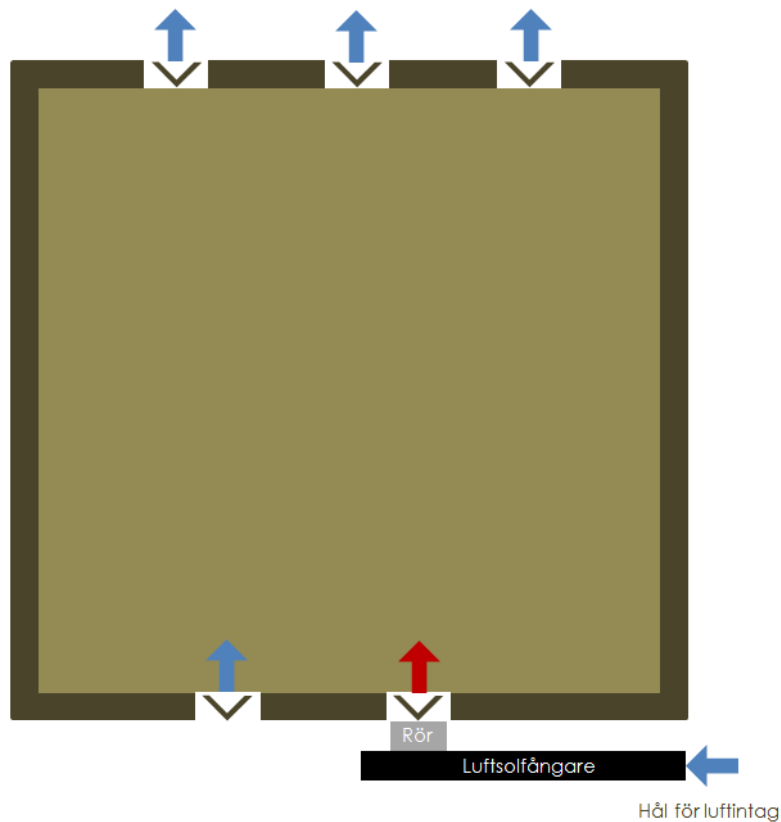


Bild 6.7. Beskrivning över hur ett öppet system skulle fungera

6.5.1.2 Slutet system

Ett slutet system använder istället luft inifrån krypgrunden, värmer upp denna och skickar den tillbaka in i grunden, se bild 6.8. Detta gör att ingen styrning på systemet behövs. Systemet kan då vara helt fristående och fläkten kan drivas av en solcell. En sådan lösning skulle bli något dyrare men driftkostnaden elimineras helt. Systemet kan även utnyttja alla soltimmar och därmed bli effektivare.

I detta koncept behövs inget avkylningssystem. Tack vare att fläkten drivs av en solcell kommer systemet gå varje gång det är sol, därmed blir den varma luften aldrig stillastående och undviker på så vis risken för överhettning. Det krävs dock ett grovt filter till detta systemet för att undvika att få in fukt, damm och mögelsporer i luftsolångaren. Ett sådant filter skulle behöva bytas 1-2 gånger per år och kostar ungefär 29 kronor styck enligt Patrik Sandin på Ultramaré. Det slutna systemet behöver ha ett ventilationshål för den luft som skall tas in från grunden samt ett för att föra tillbaka den uppvärmda luften till grunden.

Ett slutet system kräver spirorör eller andra slags rör för att öka luftcirkulationen i grunden och sprida ut värmen. Detta för att säkerställa att luften som leds in i grunden inte leds ut direkt då rören för inluft och utluft är placerade nära varandra. Ett slutet system kan även placeras allra längst ner på fasaden, näst intill stående på marken då ingen fuktig uteluft kan komma in.

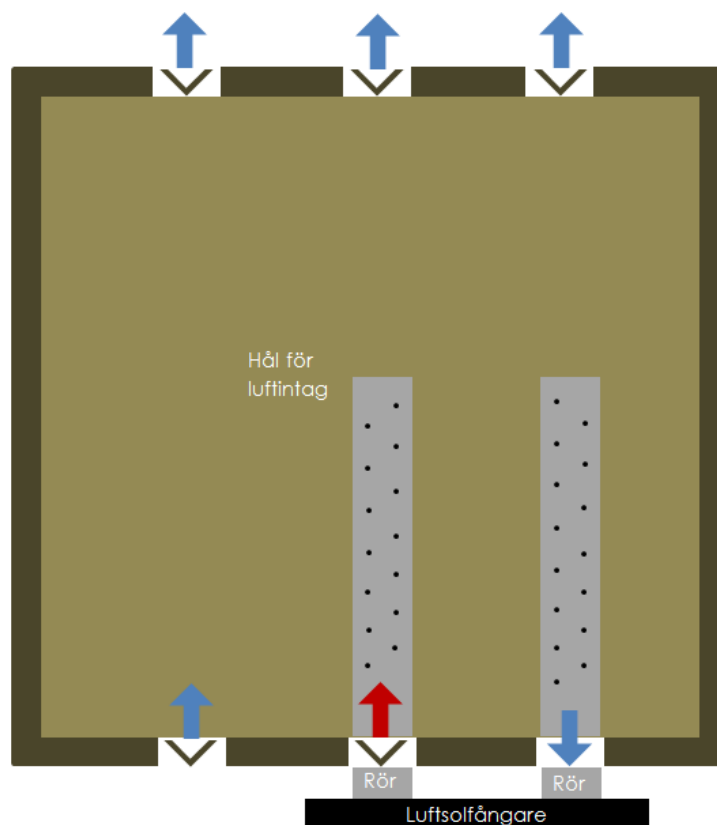


Bild 6.8. Beskrivning över hur ett slutet system skulle fungera

6.5.1.3 Vägning mellan slutet- och öppet system

Ett problem som återfinns hos systemet idag är att det inte fungerar tillräckligt bra, vilket nämnts i inledningsavsnittet. Detta beror på att systemet går alldeles för sällan då det allt för ofta är väldigt fuktigt ute.

I det öppna systemet byts luften likt det tidigare systemet ut då luften ute är torrare än luften i grunden och vid de perioder då det är fuktigt ute kommer även ett öppet system med solfångare ha en obetydelsefull verkan. Systemet kan inte heller garantera att den luft som tas in alltid är uppvärmd, till exempel i de fall då det är molnigt men luftfuktigheten är lägre ute än inne.

Problemet med DryVents system kommer därmed förmodligen kvarstå om det öppna systemet väljs var på fokus och utveckling har lagts på det slutna systemet. Som nämns ovan kan man med detta system utnyttja alla de timmar under dagen då solen är uppe oberoende av uteluften. Man kan även, tack vare att fläkten drivs genom en solcell, garantera att den luft som skickas tillbaka till grunden har blivit något mer uppvärmd då solen måste skina för att systemet skall gå. I tabellen nedan följer ytterligare faktorer på för- och nackdelar som varit avgörande vid val av det slutna konceptet, se tabell 6.4.

VÄGNINGSLISTA	
SLUTET SYSTEM	ÖPPET SYSTEM
<ul style="list-style-type: none"> - Lite dyrare på grund av solcell och spirorör - Måste ha spirorör i grunden för att luften skall spridas ut - Måste borra ett extra ventilationshål - Blir smutsigare luft, måste byta filter oftare - Montering blir svårare 	<ul style="list-style-type: none"> - Kommer inte kunna utnyttja alla soltimmar - Luften som kommer in kan vara kallare - Risk för överhettning - Måste ha lufthål som kan öka värmeförluster - Måste sätta lufthålen helst 1 meter från marken för att inte få in fuktig markluft - Ökad driftkostnad då fläkten styrs via DryZeph systemet
<ul style="list-style-type: none"> + Luften som blåser in från solfångaren kommer alltid vara lite varmare eller ha samma temperatur + Kommer vara cirkulation i solfångaren hela tiden, ingen risk för överhettning + Kan ha solcell = inga driftkostnader + Kan utnyttja fler soltimmar, går hela tiden + Spelar ingen roll var den sitter över marken, ingen fuktig luft som tar sig in 	<ul style="list-style-type: none"> + Slipper ev. att byta filter lika ofta + Billigare då det inte kräver någon solcell + Enklare montering

Tabell 6.4. Fördelar och nackdelar med slutet respektive öppet system

6.5.2 Val av form

För att välja ett formspråk på systemet modellerades ett par förslag upp i Catia V5. Formerna kunde då snabbt och enkelt studeras från olika håll och vinklar. Åsikter från brukarundersökningar och inspiration från moodboarden ledde fram till former med en mjuk och stilren design. Nedan beskrivs de tre former som ansågs mest estetiskt tilltalande se bild 6.9.

Den vänstra formen har ett mer dynamiskt uttryck än de andra två, detta tack vare den stora radien längs ytterkanten. Den mittersta formen har mindre radier i ytterkant både bak och fram, medan den högra saknar radier i ytterkant var på denna får ett mer statiskt uttryck och kan upplevas något kantig. Formerna har förutom att vara rent estetisk tilltalande även praktiska skäl. Då solfångaren skall vara vinklingsbar kommer denna att stå ut en bit från fasaden, risken finns då att ouppmärksamma kolliderar med solfångaren. Runda hörn är mer skonsamma än kantiga och en solfångare med runda hörn ökar även luftcirkulationen inne i fångaren.

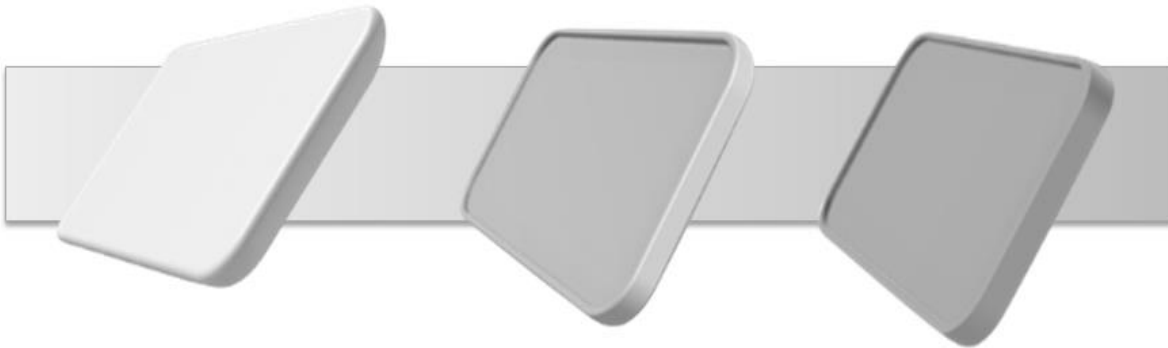


Bild 6.9. Olika formkoncept

Rent estetiskt var det vänstra konceptet att föredra då detta kändes smidigt och stilrent, men på grund av en mer avancerad tillverkning och konstruktionsbegränsningar valdes konceptet i mitten efter ett par modifieringar.

6.6 Val av komponentplacering

Nästa steg i konceptutvecklingen var att bestämma hur de olika komponenterna som ingår i systemet, bland annat luftintag, fläkt och absorbator, skulle placeras i förhållande till övriga delar

i solfångaren. För att ta fram förslag på detta användes metoden kvantitativa strukturer vilken presenteras i följande avsnitt.

6.6.1 Kvantitativa strukturer

Med hjälp av att kombinera olika komponenter till varierande kvantitativa strukturer togs olika lösningsförslag fram och undersöktes, se bild 6.10. Både placering av komponenter och dess antal togs med för att sedan vägas mot varandra.

De olika komponenter som skulle sättas samman till olika lösningar var behållare, framsida, baksida, rör, luftutlopp och slutligen luftintag. Strukturerna utvärderades efter sammansättningen för att avgöra vilka som var möjliga att anpassa till det slutgiltiga konceptet. Då ett slutet system tidigare valts måste luftsolfångaren vara utformad med minst ett hål för att leda in luften, luftintaget, samt en öppning att föra tillbaka luften, luftutloppet.

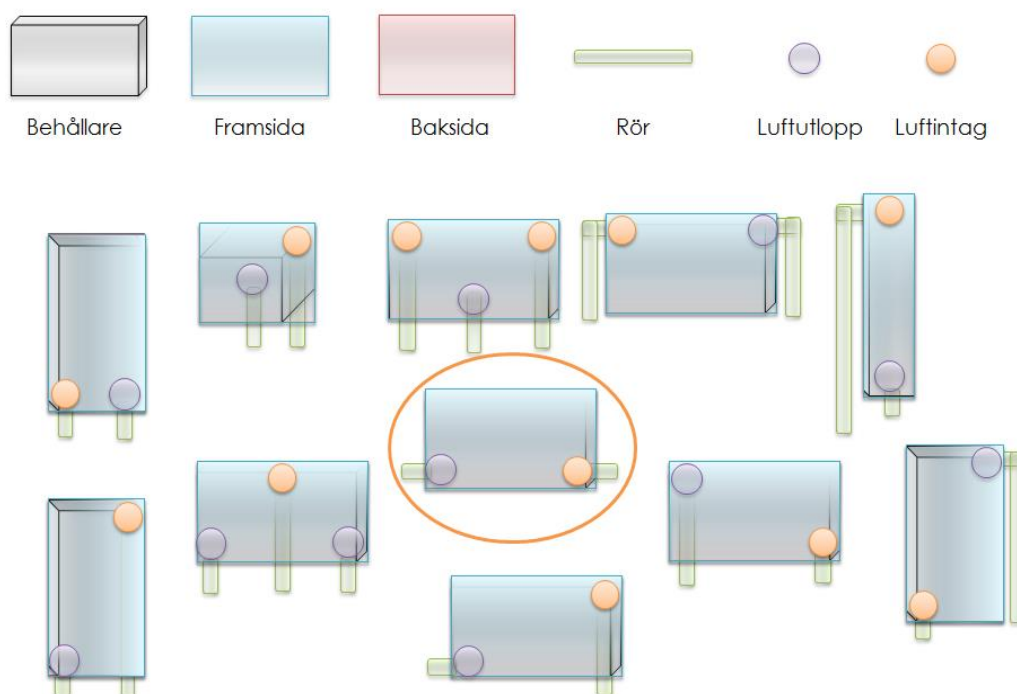


Bild 6.10. Kvantitativa strukturer

En struktur med två luftintagshål är onödigt då denna komponentsammansättning ger högre materialanvändning, i form av mer rör, men ej ge någon märkbart ökad effektivitet hos systemet.

Samma sak gäller för lösningen med två fläktar. Fläkten som skall användas har en kapacitet på 170 m³/h och då endast ett luftutbyte på 75 m³/h krävs ger två fläktar en alldeles för stor luftomsättning i solfångaren.

Med hjälp av strukturerna och relevant teori undersöktes den bästa lösningen för att ta in luft. Genom diskussion med kunniga personer på byggmässan och annan faktainsamling blev resultatet att luften tas in från ena änden av fångaren och leds ut genom den andra. Luftintag samt luftutlopp sitter i nederkant på en solfångare i horisontellt läge, eftersom detta uppfyller flest av de givna kraven, se bild 6.10. Dessa lufthål är placerade så långt ifrån varandra som möjligt för att garantera att all luft blir uppvärmd. Luften transporteras på så vis även längre längs absorbatoren vilket bidrar till en högre temperaturhöjning. Detta ger i sin tur systemet bästa möjliga effekt.

6.7 Val av ramkonstruktion

Ramen är den del som skall bära hela systemet, isolera den värmda luften och hålla samman alla innehållande komponenter. Denna bör utformas för att underlätta sammansättningen av komponenterna samt tåla systemets tyngd utan att överdimensioneras. Utöver detta skall ramen utformas för att följa det tidigare valda formspråket samt ventilationsprincipen som valts. I detta avsnitt beskrivs och jämförs de två ramkoncept som tagits fram.

6.7.1 Trappstegsmodell

Ett förslag för utformning av ramen är den så kallade trappstegsmodellen, se bild 6.11. denna modell är rektangulär med rundade hörn och har samma tjocklek hela vägen runt. Ramen är utformad med nedsänkningar för att de olika delarna skall kunna placeras på skilda nivåer och därmed skapa luftspalter.

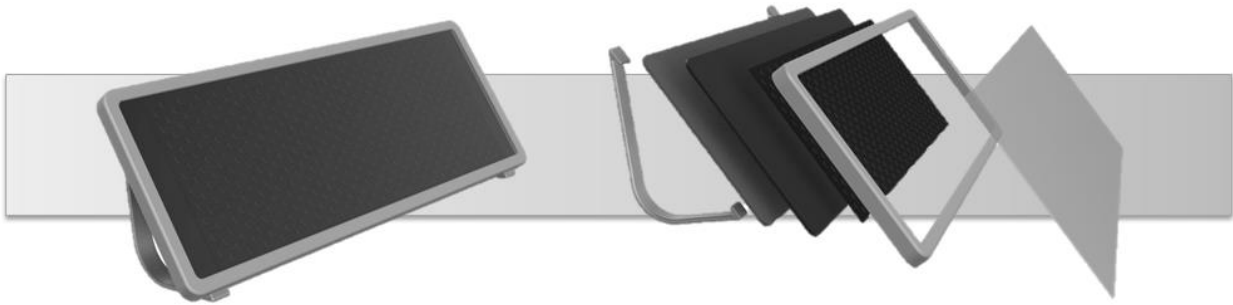


Bild 6.11. Ramkonstruktion trappstegsmodellen

De olika komponenterna till denna ramkonstruktion är tänkta att limmas fast på de olika stegen. Infästningar och trappsteg konstrueras så att de olika komponenterna hamnar på rätt avstånd från varandra och avståndet mellan glasskiva och absorbator är utformat så att solfångaren har så hög effektivitet som möjligt. Ramen går enkelt att montera ihop tack vare förutbestämda skruvhål. Det går heller inte att montera ihop systemet fel då varje komponent endast får plats på varsitt steg.

6.7.2 Inskjutsmodell

Inskjutsmodellen, det andra förslaget på ramutformningen, består av ramkanter med ett integrerat bakstycke, se bild 6.12. Dessa ramkanter är utformade med skårer som skall hålla samtliga delar på plats. Dessa skårer är placerade på olika djup för att även här få rätt avstånd mellan komponenterna.



Bild 6.12. Ramkonstruktion inskjutsmodell

Komponenterna skjuts in i varsin skåra från sidan av ramen, varpå denna ramkant är avtagbar och då alla komponenter är på plats skruvas sidan fast i den övriga ramen. Glasskivan förs in genom skåran som är närmast ramens främre sida, där emellan finns en luftspalt för luften att

transporteras igenom innan skåran för absorbatoren tar vid. Bakom absorbatoren finns även en luftspalt och därefter kommer en skåra för isolering och slutligen ett fastgjutet backstycke.

Detta koncept är enkelt att montera och skårorna är anpassade för de olika komponenternas bredd så att dessa enbart går att skjuta in på rätt plats. Få komponenter och skruvhål behövs för monteringen, dock kan tillverkningen bli något svår då det krävs höga toleranser på ramens konstruktion.

6.7.3 Vägning av ramkonstruktion

Tillverkningsbarheten skiljer sig något hos de olika koncepten där, som nämnts tidigare, inskjutsmodellen kommer kräva snäva toleranser vilket är till dess nackdel. Det är heller inte lika lätt att få konstruktionen tät vid denna typ av lösning då ena ram kanten måste vara löstagbar. De olika komponenterna kan även eventuellt glappa då skårorna inte går att göra exakta.

Då ett större antal produkter skall sättas samman och monteras ihop kan inskjutsmodellen ha fler fördelar då det går betydligt fortare. Den kan även ha en större fördel om kunden själv skall montera ihop konstruktionen. Detta dels för att inga småkomponenter kan komma bort vid transportereringen, som exempelvis skruvar, men även för att kunden med denna modell slipper limma på glaset vilket kan vara något komplicerat. Trappstegsmodellen har istället fler fördelar vid effektutvinningen då konstruktionen är tätare vilket minskar värmeförlusterna.

Efter diskussion med Andreas Pfister, handledare på DryVent, om vilket koncept som passar företag bäst samt avvägning av modellernas för- och nackdelar beslutades att trappstegsmodellen var den ramkonstruktion som skall väljas till det slutgiltiga konceptet. I tabellen nedan följer ytterligare faktorer på för- och nackdelar som varit avgörande vid valet av koncept, se tabell 6.5.

VÄGNINGSLISTA

TRAPPSTEGSMODELL	INSKJUTSMODELL
<ul style="list-style-type: none"> - Svårt att reparera - Fler komponenter - Bearbetning efteråt för vassa hörn - Baksida och isolering kommer behöva vara lite större, alltså lite mer materialförbrukning - Liten yta att fästa infästningar på 	<ul style="list-style-type: none"> - Liten mängd värmeförlust - Svårt att fästa glas - Förlora lite av absorptionsytan - Bearbetning efteråt för att fräsa ut springor
<ul style="list-style-type: none"> + Inga värmeförluster + Möjlig att göra större radie om ramen blir större + Ett och samma stycke + Kan upplevas något stabilare 	<ul style="list-style-type: none"> + Enklare att montera + Färre komponenter + Radien kan vara större + Lättare att reparera vid ex. trasigt glas + Större yta att fästa infästningarna på

Tabell 6.5. Fördelar och nackdelar med de olika ramkonstruktionerna

6.8 Val av material

Då valet av konstruktion på ramen var gjort återstod materialvalet. Kraven på materialet var många och kombinationen av dessa gjorde urvalsmöjligheterna snäva. Främst var det kombinationen UV-beständighet och temperaturbeständighet som de flesta material föll bort på. Material som studerades var bland annat ABS då många konkurrenters produkter består av denna plast. Detta material är dock dåligt både vid utsättning av UV-strålning samt värme var på det valdes bort. En blandning av ABS- och PC-plast studerades även då de båda materialens fördelar kan kombineras till ett material med bättre temperatur- och UV-beständighet. Kontakt togs med Antal Boldizar, professor inom området polymera material och kompositer, för rådgivning kring de olika materialvalen.

ABS-plast klarar ej av långvarig UV-exponering och tål heller inte de höga temperaturer som solfånagren utsätts för. Att blanda i PC-plast i ABS-plasten ger inte heller tillräckliga egenskaper för att uppfylla kraven på materialet. En högtemperaturplast har däremot de rätta egenskaperna, där sorten PPS är den billigaste och kostar runt 70 kr/kg. Det andra materialalternativet som undersökts är aluminium.

En vägning mellan dessa två material gjordes där både för och nackdelar för hela lösningens utformning vägdes in, se tabell 6.6. Trots att PPS-plast har fler nackdelar än aluminium så överväger dessa inte materialets fördelar. Enligt deltagarna i fokusgruppen känns metall på ramen dessutom väldigt opassande och borde undvikas, vilket gjorde att valet föll på PPS-plasten.

VÄGNINGSLISTA	
ALUMINIUM	PPS, Polyfenylensulfid
<ul style="list-style-type: none"> - Kräver stor mängd energi vid framställning 	<ul style="list-style-type: none"> - Spröd - Något dyrare än aluminium 70 kr/kg - Glasfiberarmerad plast vilket gör den svår att återvinna
<ul style="list-style-type: none"> + Relativt lätt material + Hög hållfasthet + Formbarhet + Enkel bearbetning + Korrosionshårdighet + Lätt att fräsa, borra, kapa, stansa, bocka, svetsa, limma, tejpa etc. + Enkelt att återvinna + Går att lackera 	<ul style="list-style-type: none"> + Mycket hög styvhet och hög krypresitans + Hög användningstemperatur (240 grader ständigt och 260 grader som max) + Extremt bra kemikaliebeständighet + Obetydlig fuktabsorption + Utmärkt dimensionsstabilitet + Bättre mot korrosion än metall + Relativt lätt material + Går att lackera

Tabell 6.6. Fördelar och nackdelar med aluminium respektive PPS-plast som material på ram

6.9 Val av vinklingskonstruktion

Konceptet som valts har som nämnts ovan en så kallad teleskopsstege-ställning. Utvärdering av denna konstruktion resulterade i att den ansågs något komplicerad att anpassa på ramkonstruktionen, då denna enbart har tunna kanter för fastsättning. En sådan lösning skulle även höja svårigheterna i tillverkningsprocessen vilket i sin tur ökar kostnaderna. Med en snäv kostnadsram som utgångspunkt utvecklades därför val av ställning för att komma fram till en något enklare lösning för vinkling och fastsättning.



Bild 6.13. I mitten visas konceptet med en teleskops-stege, till höger och vänster om denna syns de olika gånglederna

Valmöjligheten med att kunna ha systemet både vertikalt mot väggen men även kunna vinkla ut fångaren för ökad effektivitet kvarstod varpå flera olika vinklingsmöjligheter studerades.

Lösningar med en gångled som skulle kunna fällas in för ett vertikalt läge togs fram.

Denna sorts ställning skall fästas fast i väggen med hjälp av en vägglister som antingen placerades i överkant av solfångaren eller i dess mittenhöjd se bild 6.13. Gångleden är dock osäker ur säkerhetsaspekt då fingrar skulle kunna klämmas fast när gångleden fälls ihop. En annan lösning som tagits fram är ett rör med småhål placerade på olika avstånd. Inuti röret är ett mindre rör placerat, detta har en pigg som trycks in då röret dras till önskat läge och släpps sedan ut i valfritt småhål för att spärras.

Efter vidarearbete ansågs de övre ställningarna ha en alltför komplicerad konstruktion.

Sannolikheten att ägaren av solfångaren kommer ändra dess vinkel flera gånger per år ansågs även så pass liten att denna möjlighet togs bort för att hålla nere priset. Slutgiltiga konstruktionen för vinkling samt uppsättning är därför en lösning med två olika stänger.

Systemet består därmed av en rak stång för att kunna placera solfångaren rakt mot väggen och en stång med fast vinkel på 60° vid de fall en ökad effektivitet önskas. Båda stänger skickas med produkten vilket gör att konsumenten själv kan välja vilken uppsättning den föredrar mest.

En fast vinkel på 60° valdes efter avvägning av både effektivitet samt utseende. En vinkel på 30° är egentligen mest optimal för sommarmånaderna, se bild 6.14, men ansågs då stå ut alldeles för

mycket från väggen för att då både vara säker och diskret. Vinklingsgraderna testades även på den funktionsprototyp som togs fram var på valet av 60° motiverades ytterligare, mer om detta under avsnittet för funktionsprototypen. Ytterligare en faktor som motiverade valet var att den effekt som fås ut av en 30 gradig vinkel, 1073 kWh/m², skilde sig ytterst lite från den effekt som fås ut med en 60 gradig vinkel, 1052 kWh/ m². Väljer man att alltid ha den raka stången med ett vertikalt läge ger denna endast en effekt på 818 kWh/ m².

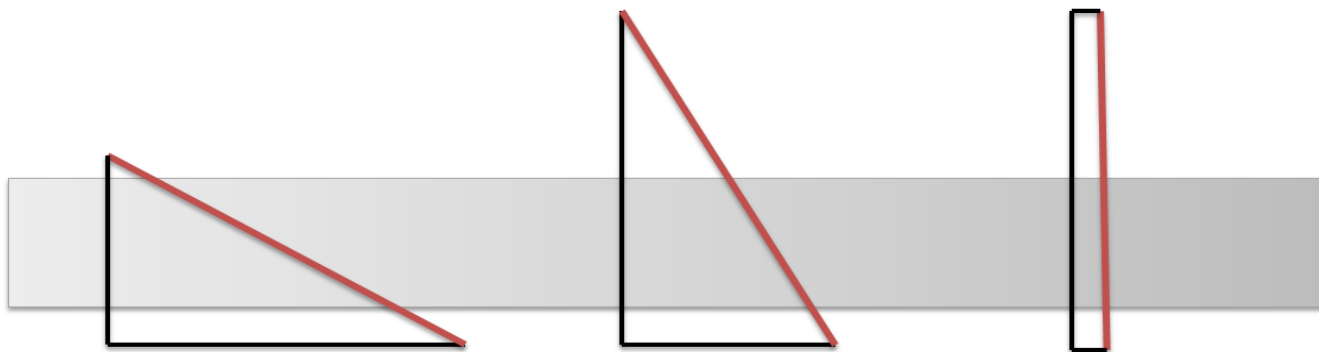


Bild 6.14. De olika vinklarna medför olika effekt hos solfångaren, från vänster 30°, 60° och 90°

Då det framkom i enkätundersökningen att enbart 2 % av de tillfrågade föredrog att sätta solfångaren mitt på fasaden medan hela 48 % hellre föredrog en placering av systemet långt ner på husväggen, är ställningen även utformad för att enbart kunna placera solfångaren liggandes på väggen. Ett stående alternativ skulle innebära att solfångaren sträcker sig för långt upp på fasaden.

7. FUNKTIONSPROTOTYP

7.1 Tillverkning av funktionsprototyp

Under projektets gång skapades en funktionsprototyp för att testa systemets funktion. DryVent köpte in 20 stycken vattensolfångare från företaget Suncore AB för att ha en modell att utgå ifrån vid framställningen. En av dessa modifierades och anpassades för ett luftburet, öppet system, se bild 7.1. Bakstycket förseddes med 12 stycken luftintag på höger sida samt sex stycken i överkant. De senare fungerar även som avkylningshål där uppvärmd luft kan ta sig ut, för att undvika att solfångaren överhettas då fläkten inte är igång. Hålen, som gjordes 3 cm i diameter, motsvarande tillsammans arean på utloppet för luften vilket gjordes 12 cm i diameter. Detta för att undvika ett undertryck i systemet. Anledningen till att det öppna systemet valdes till prototypen var på grund av att detta var enklare att tillverka.



Bild 7.1. Bilder tagna under funktionsprototypframställningen

På plats för installationen fästes sedan isolering på solfångarens baksida för att minimera värmeförlusterna, se bild 7.2. Solfångaren monterades på fasaden i en 60-gradig lutning i anslutning till ett ventilationshål i grunden. Ventilationshålet var sedan tidigare försett med en fläkt vilken var kopplad till av DryZeph-systemet. Ventilhålet anslöts sedan till solfångaren med hjälp av en aluminiumslang.



Bild 7.2. Bilder tagna under installation av första funktionsprototypen

Funktionsprototypen byggdes för att kunna studera systemets funktion och finna eventuella problem som annars inte upptäckts. Modellen gjordes i samma storlek som det framtagna konceptet vilket även gjorde det möjligt att studera storleken på detta i förhållande till dess omgivning. Även olika vinklar på solfångaren kunde testas och utvärderas. Att en vinkel på 30° var för mycket, rent estetiskt, var sedan tidigare anat men kunde nu konstateras. Däremot ansågs 60° vara en behaglig vinkel då denna endast stack ut 30 cm från väggen jämfört med 52 cm för vinkeln på 30° .

7.2 Resultat av funktionsprototyp

Eftersom DryZeph-systemet sedan tidigare var installerat i grunden kunde mätningar av temperaturen och den relativa fuktigheten före och efter installationen av prototypen jämföras. Nedan presenteras den relativa fuktigheten under en längre period innan installationen, se diagram 7.1.

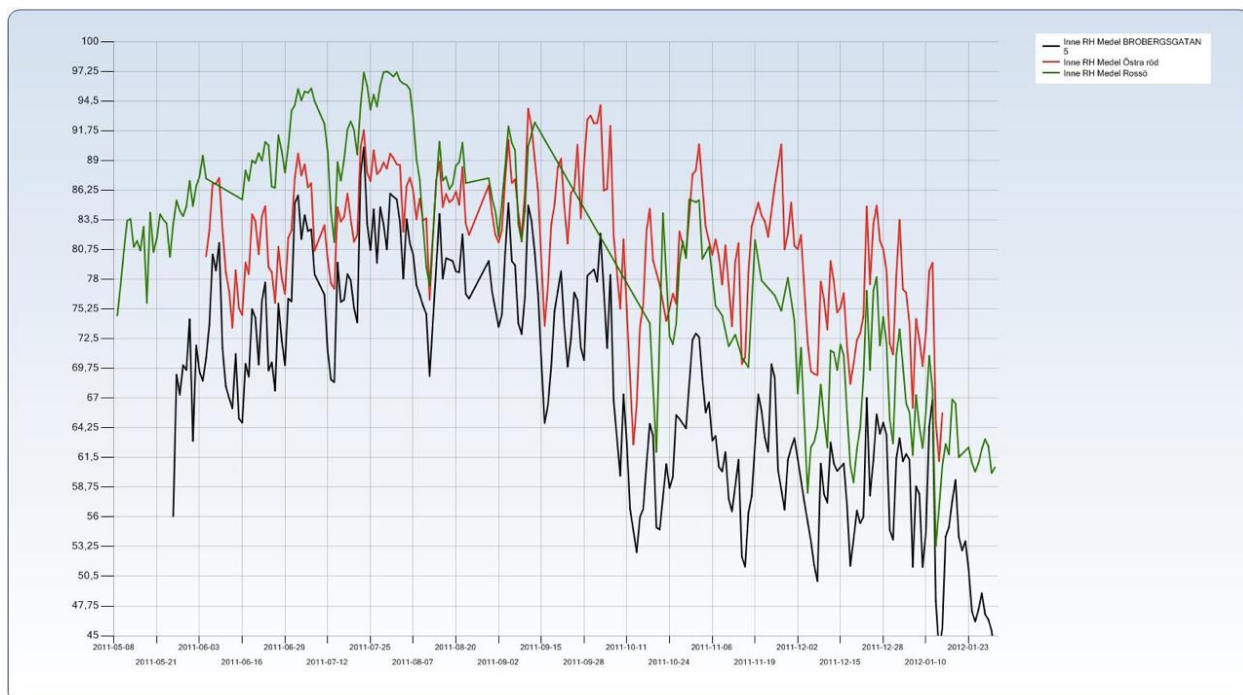


Diagram 7.1. Relativ fuktighet för tre olika grunder med DryZeph installerat perioden maj 2011 - januari 2012, innan installation av funktionsprototyp

Den röda grafen representerar den grund som senare kom att förses med en luftsolångare (Östra röd), den gröna grafen representerar en grund i Rossö med värden mycket lika den röda. Denna har tagits med för att kunna jämföra med efter installationen av solångaren i Östra röd. Som kan utläsas av grafen ligger värdet för grunden i Östra röd nästan alltid över skadliga 75 %, och som lägst, bara korta stunder, 61 %.

Resultatet av installationen var omedelbar. Genast efter funktionsprototypens installering ökade temperaturen i grunden avsevärt och med det sänktes även den relativa fuktigheten. Tio dagar efter att installationen gjorts såg grafen ut enligt diagram 7.2.

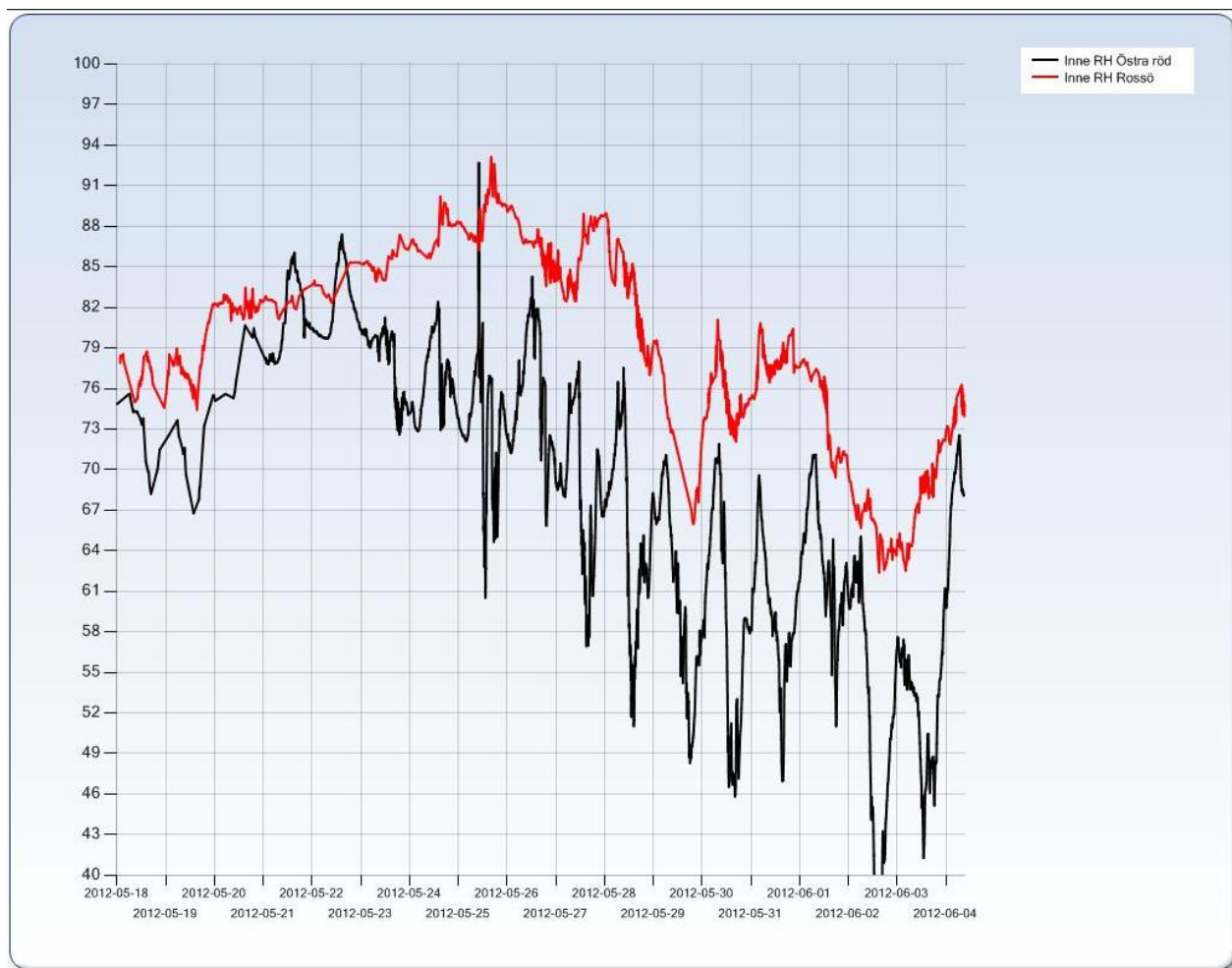


Diagram 7.2. RF perioden 18 maj - 4 juni 2012, i grunden i Östra Röd (svart graf) installerades ett solfångarsystem den 25 maj

Grunden med solfångaren i Östra röd, representeras här av den röda grafen. Den svarta grafen är grunden i Rossö med tidigare värden mycket lika den i Östra röd. Installationen gjordes den 25 maj och syns tydligt i diagrammet genom en topp på 92 % som uppstod av att systemet testades. I diagrammet syns förbättringen efter installationen tydligt av att värdet på RF vandrar neråt.

Dagarna sedan installationen har varit relativt solrika och RF har inte överstigit skadliga 75 % en enda gång sedan den 29 maj tillskillnad från grunden i Rossö, som tidigare följde ungefär samma kurva som den i Östra röd. Innan installationen hade RF inte legat under 61 % sedan mätningarna startade i maj 2011. Numera är värdet dagligen under 61 %. RF är dagtid numera mycket lågt men stiger på nätterna eftersom grunden då kyls ner, dels genom väggarna men också på grund av att det övriga systemet tar in kall luft under natten. Dessa variationer över dygnet kommer

sannolikt att minska allt eftersom värme lagras i grunden och ju lägre RF blir desto mindre kommer övriga systemet behöva gå och på så sätt inte ta in lika mycket kall luft.

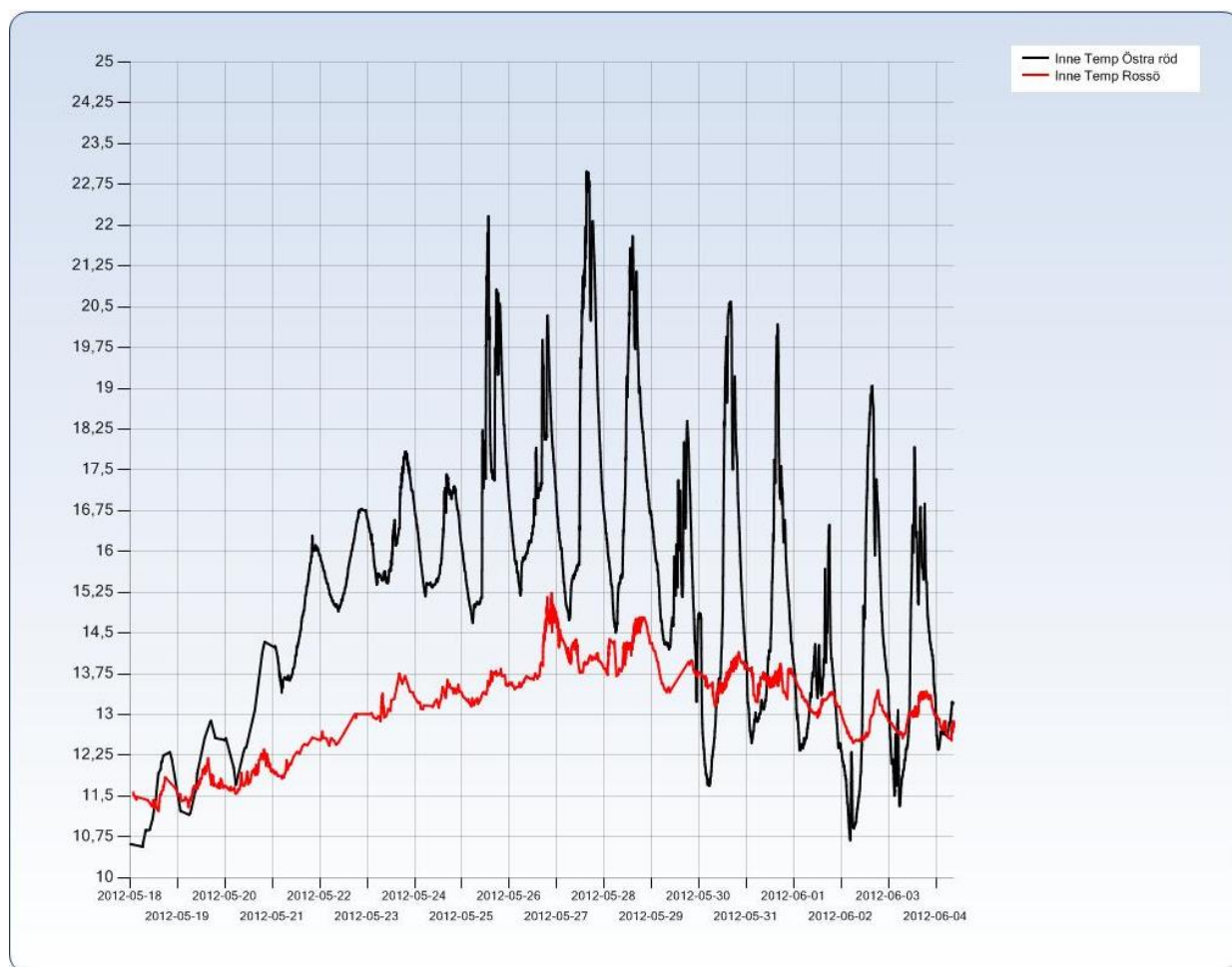


Diagram 7.3. Temperaturen i grunden i Östra röd och Rossö perioden 18 maj - 4 juni 2012

Diagram 7.3 beskriver temperaturen i grunderna i Östra röd (svart graf) och Rossö (röd) före och efter installationen 25 maj. Här syns tydligt hur mycket temperaturen ökar i grunden under dagtid efter installationen och hur mycket den minskar nattetid. Som nämnt tidigare kommer variationerna troligtvis att minska med tiden då värme lagrats i grunden.

Dock går det inte att jämföra med hur grunden hade varit utan luftolfångaren under denna tid eftersom det för detta hade krävts en identisk grund med exakt samma förhållanden, vilket är svårt att finna. Det är därför svårt att värdera temperaturökningen men av resultatet att döma så

uppfyller solfångaren uppskattningsvis de ställda kraven på att höja temperaturen i grunden på 5 °C.

8. LÖSNINGEN SUNDRY

Lösningen som togs fram är SunDrysystemet, se bild 8.1. Detta är ett effektivt och stilrent luftolfångarsystem, som fungerar i kombination med DryVents nuvarande system DryZeph. Systemet förebygger fuktproblem i kryppgrunder smidigt och enkelt med solen som energikälla.



Bild 8.1. Den slutliga lösningen, SunDry

Formerna på SunDrysystemet är runda och mjuka vilket gör att systemet skiljer sig från övriga, mestadels kantiga system på marknaden. Systemet drivs av en solcell vilken är integrerad i produkten för att minska antalet delar för kunden att montera och samtidigt ge systemet ett stilrent intryck. Med den matta, grå ramen är tanken att få produkten att smälta in mot husgrunden, där den ska placeras. Materialen är robusta och utvalda för att ge systemet en känsla av kvalitet.

8.1 Beståndsdelar och montering

Solfångaren ensam består av 6 delar: ett frontglas, en absorbator, ett bakstycke, en bärande ram, isolering och en solcell, se bild 8.2. I tillägg kommer systemet med en upphängningsanordning och installeras tillsammans med DryZephsystemet.



Bild 8.2. Sprängskiss

Ramen som bär upp solfångaren har tvärsnittet av en trappa med två steg, se bild 8.3. Detta för att medge en enkel sammansättning av alla delarna i solfångaren.

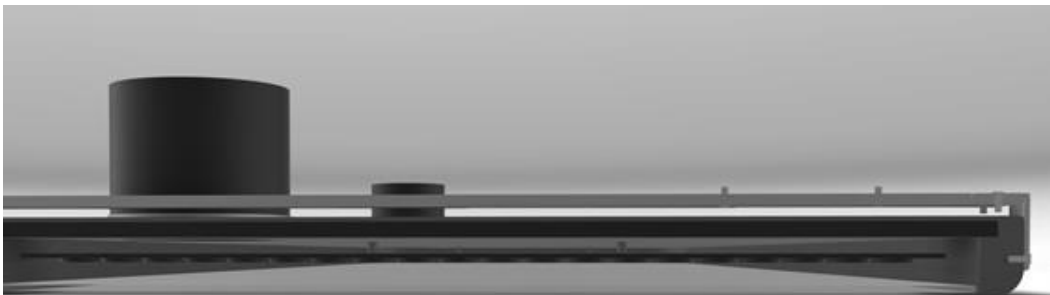


Bild 8.3. Genomskärning av ramen

Monteringen går till enligt följande:

1. Ramen läggs med fronten nedåt.
2. Frontglaset limmas fast på det nedersta trappsteget.
3. Isolering limmas fast på bakstycket.
4. Absorbatorn skruvas fast i de integrerade skruvtornen i bakstycket. Tack vara skruvfästernas distanser bildas ett mellanrum, en luftspalt, mellan absorbatorn och bakstycket.

5. Bakstycket placeras på det övre trappsteget och skruvas i skruvtornen på ramen.
Trappstegsformen gör här att ett mellanrum för luftspalten även bildas mellan absorbatoren och frontglaset.

8.2 Montering på vägg

Solfångaren kan monteras både på fasaden och på husgrunden. Det finns två olika alternativ för uppsättning. Det ena är att montera systemet vertikalt på väggen, se bild 8.4. Det andra alternativet är att fästa solfångaren på en ställning med en vinkel på 60°, detta för att maximera effekten från solstrålningen, se bild 8.5.



Bild 8.4. Rak stång

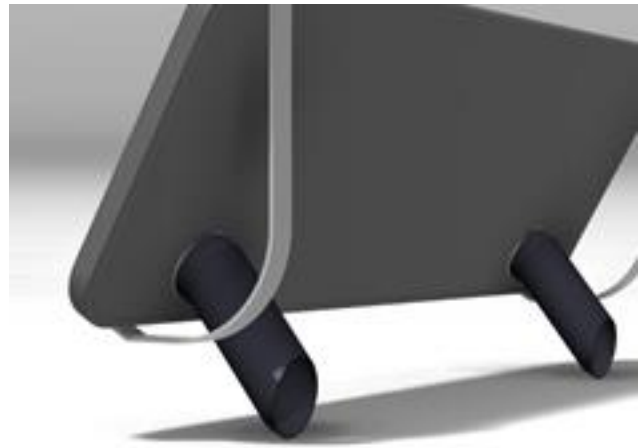


Bild 8.5. Vinklad stång

När ett av de ovanstående alternativen valts skruvas gångjärnen fast i den tillhörande stången (1 och 2) se bild 8.6. Gångjärn skruvas fast i varsin ände av övre delen av ramen (3 och 4).

Nästa steg är att montera upp solfångaren på väggen. Då den ännu inte är fastsatt nertill och har ett gångjärn upptill, går det enkelt att vinkla utåt när den placeras mot väggen. Ett utrymme skapas under denna som gör det möjligt att skruva fast ställningen på väggen (5, 6 och 7). När detta är gjort fälls solfångaren ner igen (8) och skruvas fast i nederkant (9, 10 och 11 alternativt 12).

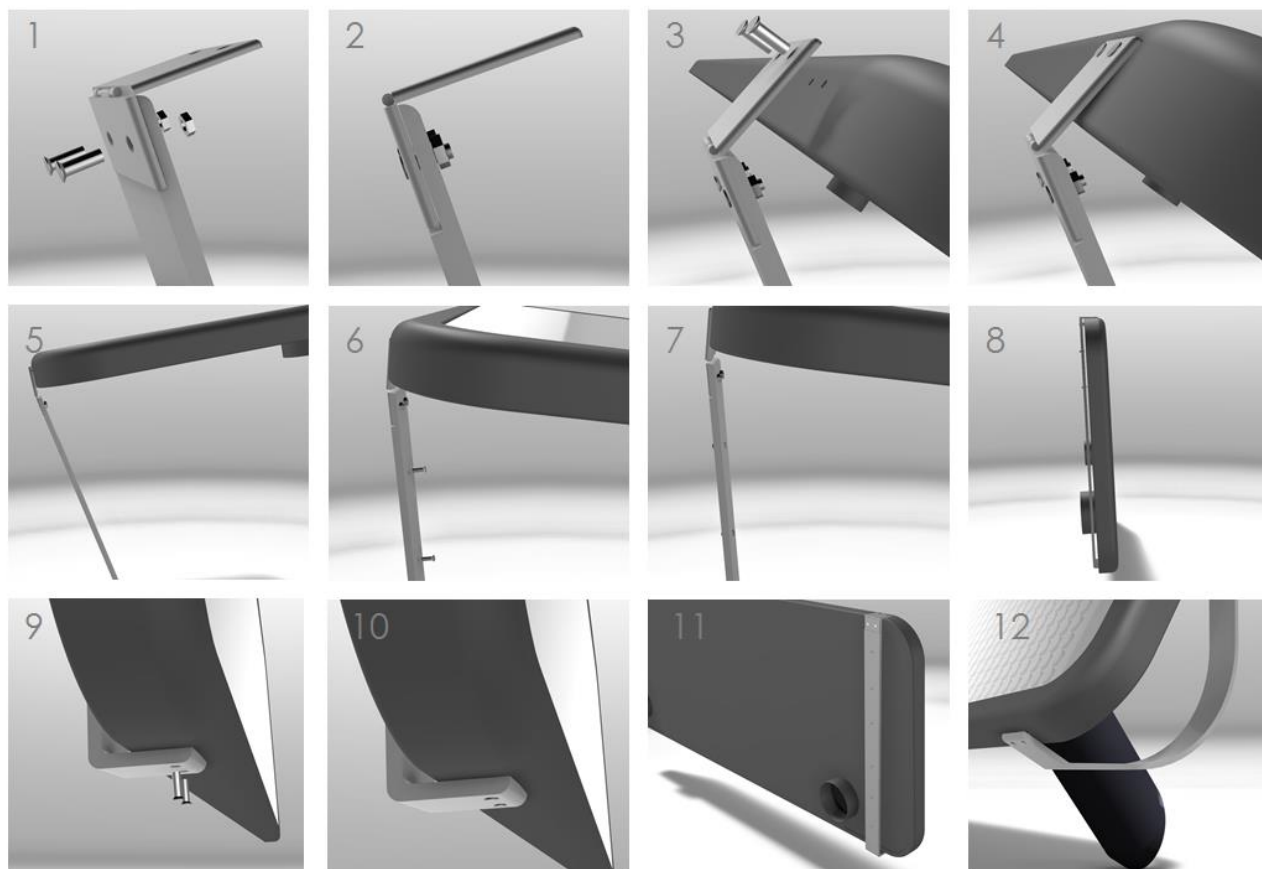


Bild 8.6. Hur solfångaren monteras steg för steg

I bakstycket på ramen har två korta rör integrerats. På dessa fästs expanderbara aluminiumslangar med hjälp av slangklämmor, se bild 8.7. Slangklämman är en metallring som går att dra åt till önskad storlek varpå slang och rör kläms ihop. Andra änden av slangen monteras ventilationsöppningen i grunden på huset. Slangarnas uppgift är att transportera luft in och ut från grunden.

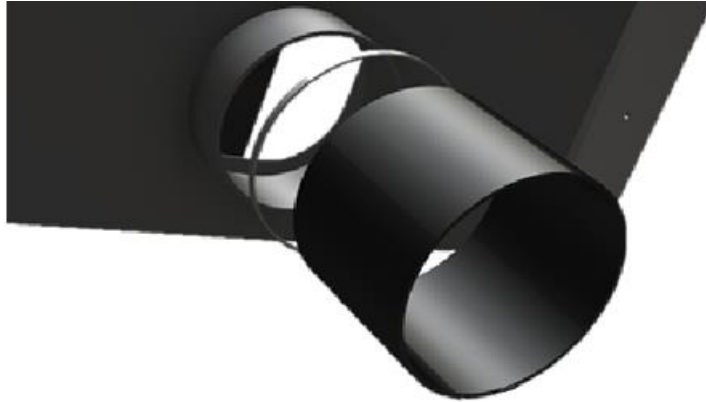


Bild 8.7. Slangklämma och aluminiumslag som träs på bakstycket

Systemet är slutet vilket innebär att luft från grunden förs in i solfångare, värms upp och drivs sedan tillbaka in i grunden med hjälp av en fläkt. Fläkten är placerad i det ventilhål där luften är tänkt att transporteras in i grunden, se bild 8.8.

Från ventilhålen leds spirorör ner längs väggen inne i grunden och vidare längs med marken ut i grunden. Dessa är perforerade och används för att luften skall spridas ut i hela grunden istället för att bilda en lokal luftcirkulation enbart runt ventilationshålen intill solfångaren.



Bild 8.8. Tillhörande komponenter som det slutgiltiga systemet kommer innehålla, från vänster en slangklämma, expanderbar aluminiumslang och en axialfläkt

8.3 Teknisk prestanda

De tekniska prestanda som SunDry äger är framtagna för att ge systemet en effekt på 1000 W. Med denna effektivitet kan luftsolångaren en solig dag värma upp en krypgrund på 60 m³ med 5°C. Då en temperaturhöjning på 1°C minskar den relativa luftfuktigheten med 5 % motsvarar temperaturhöjningen vilken systemet kan åstadkomma, en minskning av den relativa fuktigheten med 25 % i grunden. Då den kritiska gränsen för uppkomst av fuktskador ligger på 75 % säkerställer SunDrysystemet i teorin, en problemfri grund. Hur lång tid uppvärmningen tar beror, för varje enskild grund, på flera faktorer bland annat storleken på grunden och isoleringen i denna. Se alla tekniska prestanda i tabell 8.1.

Teknisk prestanda	
Luffflöde	75 m ³ /h
Effektåtgång	1000 W
Verkningsgrad	0,9
Storlek	1,12 m ²
Lufthastighet	1,84 m/s

Tabell 8.1. Solfångarens tekniska prestanda

Komplementsystemet har tagits fram för en krypgrund på 60 m³, om grunden är större än så bör en bedömning göras över huruvida stora fuktproblemen är. Är behovet av uppvärmning stort rekommenderas att två stycken solfångare installeras, i annat fall kan det räcka med en.

Då det slutna systemet har valts används solceller för att driva fläkten i ventilöppningen på solfångaren. Solcellerna tillför ström till fläkten då de träffas av solstrålning.

Komplementsystemet drivs därmed helt på solenergi och kräver inget extra eltillskott.

Enligt Solar Lab Sweden, som tidigare nämnts i rapporten, ger en ensam solcell på 0,5 V en effekt på ca 0,3 W. Fläkten som användas i SunDry kräver en effekt på 3 W när den går på

normaldrift, lösningen har därför en seriekoppling av 10 solceller för att fläktens skall få den erforderade effekten. Solcellerna fästs på isoleringen bredvid absorbatoren, se bild 8.9.



Bild 8.9 Den integrerade solcellen

8.4 Material

Luftsolångarens effektivitet är direkt kopplat till de material den består av. Egenskaperna hos materialen är därför mycket viktiga och det fokus har legat på att finna material med önskvärda egenskaper till rimliga priser. Som identifierats vid bland annat fokusgruppen är materialet även viktigt för helhetsupplevelsen av systemet. För att det skall uppfattas som stilrent och hållbart är det önskvärt med robusta och starka material.

8.4.1 Front

Fronten är den del som släpper igenom solstrålningen till absorbatoren, denna måste därför ha hög transmittans, vilket innebär att den släpper igenom mycket solstrålning. Fronten bör även ha låg reflektion för att släppa in så mycket solstrålning som möjligt. Då systemet kommer att utsättas för påfrestningar som snö, kyla, vind och eventuella slag och smällar är det viktigt med tåliga material. Systemet är tänkt att ha en levetid på minst 15 år varpå de val av material som väljs måste ha en lång livslängd. Härdat glas uppfyller alla dessa krav och är mycket UV-beständigt. Härdat glas är dessutom relativt billigt i jämförelse med till exempel plexiglas som ofta används i solångare.

Lösningen har därför ett frontglas som består av en 4 mm tjock skiva i härdat glas. Härdat glas är slagåligare än vanligt, obehandlat glas och skulle det mot förmodan gå sönder delar det sig i

småbitar vilket minskar skaderisken jämfört med stora glasskärvor. Slagtåligheten gör också att det härdade glaset inte behöver vara lika tjockt som vanligt glas, vilket är fördelaktigt då låg vikt är önskvärt.

8.4.2 Isolering

För att solfångaren skall ha en hög effektivitet har systemet isolerats ordentligt för att undvika värmeförluster. Isoleringens syfte är att bevara värmen i solfångaren, därför är SunDry utrustad med den så kallade DryMattan som redan används av företaget för att isolera grunder. Den har ett lågt inköpspris och är även radontät. Mattan finns i både grått och svart och för isolering av solfångaren har den svarta varianten valts för att den skall synas så lite som möjligt. Ramen har i tillägg konstruerats så tät som möjligt för att minska värmeförlusterna.

8.4.3 Ram

Ramen som håller konstruktionen på plats bör vara styv och hållbar då ett krav är att den skall kunna bära minst 20 kg i minst 15 år. Av estetiska och praktiska har ramen gjorts så tunn och så lätt som möjligt. Ramen skall, precis som övriga delar i systemet, tåla de svenska väderförhållandena samt UV-strålning varpå denna består av PPS-plast. Detta material är även mycket dimensionsstabil och klarar höga temperaturvariationer.

8.4.4 Absorbator

Två av de viktigaste egenskaperna hos en absorbator är hög absorbans och låg emittans (Lönqvist 2010). Detta innebär att mycket solinstrålning kan fångas upp och att värmeförlusterna minimeras. Därför består SunDry av en specialutformad, svart absorbator i ABS-plast från företaget Suncore, se bild 8.10. Den speciella formen utgörs av vakuumpressade luftbubblor i plasten vilka gör att mindre solinstrålning reflekteras och därmed ökar systemets effektivitet. Materialet kan även enligt företaget återvinnas till 100 %. Suncores egna solfångare är testad av SP Sveriges tekniska forskarinstitut och erhöll därigenom goda betyg (Pettersson, 2010).



Bild 8.10. Absorbatorn från Suncore är en komponent som skall ingå i det slutgiltiga konceptet

9. HÅLLBARHET

SunDry är ett mycket bra val ur hållbarhetssynvinkel jämfört med många andra system med samma syfte, till exempel avfuktare eller värmeslingor vilka är mycket energikrävande metoder. DryZephsystemet är redan mycket energisnålt, fläktarna drar vid normal drift endast 3 W och systemet går endast när det behövs vilket gör att det inte drar någon onödig energi. Med solfångarkomplementet kommer systemet att bli effektivare utan att energiåtgången ökas, den till och med minskas eftersom systemet sannolikt inte kommer att behöva gå lika ofta. Solfångarsystemet självt drar ingen energi alls då detta drivs av solceller. Solceller drivs på solenergi och det förbrukas inget material alls vid energiutvinningen.

Materialframställningen är däremot en energikrävande process i systemets livscykel. Solfångarens ram och bakstycke består av PPS-plast tillverkat av olja vilket är mindre bra ur hållbarhetssynpunkt då detta kommer från bergrunden. Även solfångarens absorbatör är gjord i plast, denna består däremot av ABS-plast vilket är ett mycket resurskrävande material att framställa. Sladdarna till solcellen består av bland annat koppar som är sällsynt i naturen och energikrävande att framställa. Denna metall är dessvärre svår att utesluta då det finns få motsvarigheter.

Slutfasen av systemets livscykel är till stor del upp till användarna. Beroende på om komponenterna återvinns på rätt sätt eller inte har den fasen olika stor miljöpåverkan. Absorbatorn är gjord av ABS-plast och är enligt tillverkaren 100 % återvinningsbar. Även glaset i fronten är återvinningsbart, glas kan återvinnas hur många gånger som helst utan att dess egenskaper och kvalitet försämras. PPS-plast däremot är en glasfiberarmerad plast vilken är mycket svår att återvinna.

För att underlätta för användarna i systemets slutfas och öka chanserna till att det återvinns ordentligt, och därmed minska miljöpåverkan, skall alla ingående delar märkas med information om hur detta skall göras.

10. SLUTSATS OCH DISKUSSION

En viktig slutsats som dragits under projektets gång är att de flesta husägare tycker att estetiken på deras hus är mycket viktig, trots detta går nytta före estetik i slutändan. 95 % av de tillfrågade husägarna svarade att värmepumpssystemet på bild i enkäten var direkt fult. Trots detta kunde 100 % av de tillfrågade tänka sig att montera systemet på sitt hus, eftersom nytta går före estetiken.

Vid samtal med återförsäljare som erbjöd olika färgval på solfångare, visade det sig att många kunder initialt var intresserade av ett annorlunda färgval än svart på sina solfångare. Dock var det få av dessa som i slutändan ville betala ett par hundralappar extra för att få sin önskade färg och ett mer tilltalande system. Denna informationen blev en viktig aspekt i projektet, en attraktiv design av systemet fick inte ske på bekostnad av ett lågt pris.

På grund av att arbetet till större delen av tiden var belagt med sekretess försvårades vissa delar, däribland brukarundersökningen. Många av de frågor som önskades ställa var för avslöjande vilket gjorde att mer allmänna frågor kring bland annat estetik på hus fick ställas. Genom de svar som erhöles skapades en uppfattning av de tillfrågades åsikter på systemet. Hade frågorna istället rört systemet hade utfallet möjligtvis blivit annorlunda.

Utrymmet för val av form och placering för solfångarsystemet stävjades under projektets gång på grund av de begränsningar som med tiden framkom. Detta gjorde att många av de kreativa idéer som tidigt tagits fram föll bort och slutkonceptet blev inte riktigt så nytänkande som önskat. Resultatet är dock inget nederlag då de enkla, mjuka formerna emellertid anses tilltalande och stilrena.

Eftersom alla grunder ser olika ut, är olika isolerade, har olika underlag och så vidare har beräkningar för alla dessa varianter varit omöjliga att göra. Systemet har därför anpassats till en genomsnittgrund. Hur utfallet blir för andra grunder kan endast tester ge svar på. Sannolikt kommer vissa grunder inte att bli lika varma som andra, och systemet därmed inte lika effektivt i alla grunder. Trots det tros systemet ändå leva upp till de ställda kraven oavsett vilken grund det

installeras i.

För konsumenten är förbättringen tack vare systemet är svår att värdera. Eftersom systemet är förebyggande är det omöjligt för konsumenten att veta huruvida hen skulle ha drabbats av fuktproblem eller inte utan systemet. En värdering av förbättringen orsakad av solfångaren hade krävt en grund med identiska förhållanden att jämföra med. Detta är näst intill omöjligt att genomföra varpå uppskattningar måste anses gott nog.

Tillverkandet av funktionsprototyper var mycket värdefullt och tack vare det kunde viktig information erhållas och tas med i konceptutvecklingen. Resultatet av funktionsprototyperna var mycket bra och visade att systemet levde upp till den beräknade effekten. Hur den totala förbättringen över året ser ut får tiden utvisa.

SunDry metoden blev under projektets gång patenterat i Sverige. Systemet finns till försäljning på företagets hemsida och priset startar på 13 750 kr och inkluderar installation.

KÄLLFÖRTECKNING

Abel, E., Lindroth, A. (2012) Luftfuktighet. I *Nationalencyklopedin*.
<http://www.ne.se/lang/luftfuktighet> (2012-03-09).

Abel, E. (2012) Värmeöverföring. I *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/värmeöverföring>
(2012-03-09).

Andrén, L. (2007) *Solvärmeboken*. Tredje reviderade utgåvan. Västerås: Ica Bokförlag. s 21.

Andrén, L. (2011) *Solenergi - praktiska tillämpningar i bebyggelse*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst

Anticimex (2008) *Anticimex rapport om skador i krypgrunder: 300 000 villaägare med krypgrund riskerar att drabbas av fukt- och mögelskador*.
http://www.anticimex.com/PageFiles/2139/Anticimex_rapport_krypgrund_2008.pdf (2012-03-09).

Anticimex (2010) *Information till dig som äger hus med krypgrund*.
http://www.anticimex.com/Documents/Boende_inomhusmiljo/Infofolder_Krypgrund.pdf (2012-03-09).

Bark, F., Hallström B. (2012) Konvektion. I *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/konvektion>
(2012-03-09).

Beckman, O. (2012) Värme. I *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/värme> (2012-03-09).

Carlsson, C. et al (2011) *Krypgrundsventilation - En studie i brukarcentrerad design*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola

Çengel, Y A., Turner, R H. (2001) *Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences*. New York: McGraw-Hill Companies.

DryVent Solutions of Scandinavia AB (2012) *DryVent Solution.s* <http://dryvent.se/> (2012-01 – 2012-06)

Ebmpapst (2012) Axial kompaktfäkt DC
<http://www.ebmpapst.se/sv/produkter/Kompaktf%C3%A4ktar/Axial-kompaktf%C3%A4kt-DC/4414F> (2012-06-05).

- Emittans. (2012) I *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/emittans> (2012-03-09).
- Fall, H., Simmons, C. (1985) *Rumsuppvärmning med enkla luftsolfångare*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola (99-0354504-5) (E44:1985).
- Gustafsson, G. (2008) *System för användning av solenergi i lantbrukets driftsbyggnader*. Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Projektnummer: V0640019).
- Hagentoft, C-E. (2010) *Vandrande fukt strålande värme*. Upplaga 1:6. Lund: Studentlitteratur AB. s 31
- Hansson, T. (1992) *Torrare krypgrunder genom uppvärmning*. Stockholm: Trätek. (Rapport P 9211075) eller ISSN 1102-1071, ISRN TRÄTEK-R--92/075—SE
- Johannesson, H., Persson och J-G., Pettersson, D. (2004) *Produktutveckling - effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm: Liber AB.
- Kurnitski, J., Matilainen, M., Seppänen, O. (2002). *Moisture Conditions and Energy Consumption in Heated Crawl Spaces in Cold Climates*. Helsingfors Tekniska Universitet, Helsingfors.
- LFS - Ljungby Fuktkontroll & Sanering AB (2012) *Ventilation av krypgrund*. (2012-05-30). <http://www.lfs-web.se/ventilation-krypgrund.htm>
- Lönqvist, A. (2010) *Serviceboendet på Kronoparken, En studie om solvärme och energieffektivisering*. Karlstad: Karlstads universitet.
- Nilsson, C. (2005) *Uteluftsventilerade krypgrunder - Bedömning av lämpliga åtgärder för ombyggnad och av lämpliga konstruktioner för nyproduktion*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan. (Examensarbete i byggnadsteknik No 363).
- Nordling, C. (2012) Strålning. I *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/strålning> (2012-03-09).
- Park, K-C., et al. (2012) *Nanotextured Silica Surfaces with Robust Superhydrophobicity and Omnidirectional Broadband Supertransmissivity*. American Chemical Society (Vol. 6, no.5)
- Petersson, M. (2009) *Utveckling och formgivning av en framtida radio*. Skövde: Högskolan Skövde.

Pettersson, U. (2010) Thermal performance on unglazed collector. *SP Technical Research Institute of Sweden*. <http://www.suncore.se/suncore/wp-content/uploads/2011/05/SP-testet-oglasad-poolsolf%C3%A5ngare.pdf> (2012-05-17).

Relativ fuktighet. (2012) I *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/lang/relativ-fuktighe> (2012-03-09).

Rossing, J. (2011) *Solvärme i småskaligt fjärrvärmnät*. Umeå: Umeå Universitet.

Solar Lab Sweden (2011) *Sökresultat för solcell*. <http://www.solarlab.se/solpanel/catalogsearch/result/index/?dir=asc&limit=all&order=price&q=solcell> (2012-05-23).

Soliduct (2012) *Historien om spiralrör*. <http://www.soliduct.com/historien-om-spiralror/i-79.htm> (2012-05-10).

TrygghetsVakten Sverige AB (2008) *Optimera förbrukningen*. *Trygghetsvakten*. <http://www.trygghetsvakten.se/trygghetsvakten-krypgrund/optimera-forbrukningen/index.html> (2012-03-15).

Zinko, H. (2012) Solenergi. I *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/solenergi> (2012-03-09).

Muntliga källor

Andreas Pfister, DryVent Solutions, tel +46 (0) 31-789 0007

Per-Gunnar Eriksson, Suncore, Vilhelmina, tel +46-(0)940-123 00

Fredrik Winberg, Axson Svenska Energisystem återförsäljare för Solarventi, Göteborg, tel +46 31 748 52 40

Henrik Båge, Soltech energy, Tullinge, tel +46 (0) 8441 88 40

Johan Månsson, Trygghetsvakten, Älvsjö, tel 08 4100 1817

Patrik Sandin, Ultramare, Bromma, tel +46 70 307 50 06

Petter Sjöström, Göteborg, Direct Energy, tel 031-83 67 51

BILAGA 1.

Månad	0°	30°	45°	60°	90°
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Mars	67	98	104	110	100
April	113	140	142.5	145	125
Maj	160	180	172.5	165	122
Juni	180	190	180	170	120
Juli	170	182	176	170	120
Augusti	122	146	143	140	100
September	68	90	93.5	97	80
Oktober	29	47	51	55	51
	909	1073	1062.5	1052	818

BILAGA 2.

Funktionsanalys	
System	
Värma ventilationsluft	HF
Värma krypgrund	N
Förebygga fuktskador	N
Öka temperatur	N
Utnyttja solstrålning	N
Medge monterbarhet	N
Variera vinkel	Ö
Tåla stötar	N
Tåla fukt	N
Tåla värme	N
Tåla kyla	N
Minimera komponenter	Ö
Maximera effektivitet	Ö
Minimera tillverkningskostnad	Ö
Transportera värme	N
"Bevara" värme	Ö
Minimera miljöpåverkan	Ö
Utnyttja resurser	Ö
Minimera energiåtgång	N
Äga säkerhet	Ö
Förenkla reparation	Ö
Erbjuda lättanvändning	Ö
Minimera luftspalt	N
Rymma volym	N
Tillåta luftflöde	N
Attrahera konsumenter	Ö
Smälta in i omgivning	N
Tåla väderförhållanden	N
Uttrycka stilrenhet?	Ö
Medge säkerhet	Ö
Medge rengöring	Ö
Uttrycka säkerhet	Ö
Motverka felinstallation	
Underhållsfri	
Frontglas	
Medge transmisson	N
Tåla stötar	N
Tåla temperaturförändringar	N
Minimera reflektion	Ö
Absorbator	
Medge värmeabsorption	N
Minimera reflektion	Ö
Minimera emittans	Ö

BILAGA 3.

Enkätundersökning kring estetiken på villor

Vi är två tjejer som håller på med vårt examensarbete på Chalmers tekniska högskola. I vårt arbete undersöker vi hur viktigt utseendet på bostadshus är och hur olika värmeförselsystem påverkar husets estetik. För att vårt resultat skall bli så bra som möjligt skulle vi uppskatta om Du ville ta dig några minuter att besvara våra frågor! När Du besvarat alla frågor sparar Du ner dokumentet och skickar tillbaka till oss!

Jag är:

- Kvinna
 Man

Ålder:

- 20-39
 40-59
 60+

Har Du idag något system/produkt för att förebygga/åtgärda problem med inomhusklimatet eller för att effektivisera värmeförseln? (Värmefläkt, värmepump, solfångarsystem etc.)

- Ja
 Nej

Om ja, vad har Du för system/produkt?

Estetik

Hur ser söderläget på Ditt hus ut? Altan, uteplats, stora träd osv.

Hur viktigt är utseendet på Ditt hus för Dig?

- 1 Bryr mig inte alls
 2
 3
 4
 5 Jätteviktigt

Vad passar bäst in på det intryck Du vill att ditt hus skall ge? Max tre svarsalternativ.

- Stilrent
 Miljömedvetenhet
 Modernt
 Funktionellt
 Gulligt

- Gammaldags
- Flott
- Annat:

Vad har **störst** betydelse om Du skall montera något på din fasad?

- Vilken nytta föremålet ger mig
- Hur föremålet ser ut

Vad anser Du om att montera föremål på din fasad? Bär det emot, varför? Är utseendet viktigt?

Anta att Du skall placera en produkt som tillför värme till huset, 1 x 1 m stort, på ditt hus. Var skulle du helst placera det?

- På taket
- På fasaden
- Långt ner på fasaden (grunden)

Hur skall en produkt för värmeförsörjning för ditt hus utformas för att Du skall vilja placera den på ditt hus? T.ex. synas så lite som möjligt, passa in, färger, sticka ut osv.

Vad tycker Du utseendemässigt om värmefläkten på huset nedan?



- Den stör/det är fult
- Gör ingen större skillnad/okej
- Snyggt

Kan du tänka dig att montera en sådan på ditt eget hus för att effektivisera värmen i huset och minska elkostnaderna?

- Ja
- Nej

Vad tycker Du utseendemässigt om solfångaren på huset nedan?



- Den stör/det är fult
- Gör ingen större skillnad/okej
- Snyggt

Kan du tänka dig att montera en sådan på ditt eget hus för att effektivisera värmen i huset och minska elkostnaderna?

- Ja
- Nej

Vad tycker Du utseendemässigt om principen att dölja en värmetsats som i nedanstående bild?



- Den stör/det är fult
- Gör ingen större skillnad/okej
- Snyggt

Kan du tänka dig att montera en sådan på ditt eget hus för att effektivisera värmen i huset och minska elkostnaderna?

- Ja
- Nej

Endast baserat på utseendet, vilken av bilderna ovan föredrar Du?

- Hus 1
- Hus 2
- Hus 3

Kommentarer kring husen ovan:

Underhåll

Hur mycket tid kan Du tänka dig lägga på underhåll av värmesystem för ditt hus?

- 15 minuter i veckan
- 15 minuter i månaden
- 15 minuter om året
- Ingen tid alls

Montering

Kan Du tänka dig att montera ett värmesystem till ditt hus på egen hand?

- Ja
- Nej, jag vill att en fackman skall göra det åt mig för en extra kostnad

Om Du svarade ja på föregående fråga:

Hur lång tid kan Du tänka dig att lägga på montering?

- Max 15 minuter
- Max 30 minuter
- Max en timma
- Mer än en timma

Hur ställer Du dig till att borra hål för infästningar i din husfasad?

- Det går bra om jag får ut någon nytta av det
- Det vill jag inte alls göra

Miljö

Hur viktigt är det för Dig att ett värmeförselsystem till ditt hus är tillverkat av miljövänliga material?

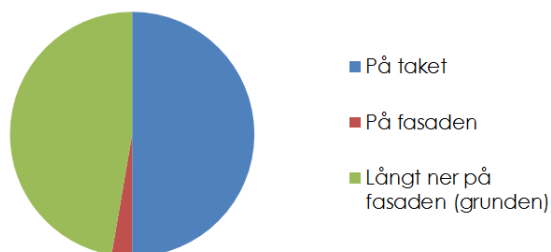
- Mycket viktigt
- Handlar gärna men priset avgör
- Oviktigt

Tack för Din hjälp!
Amanda och Emmelie

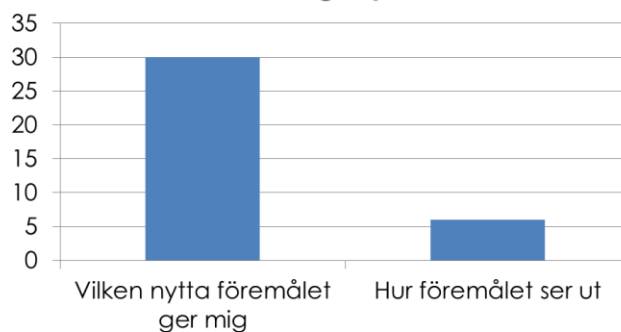
BILAGA 4.

Resultat av enkät

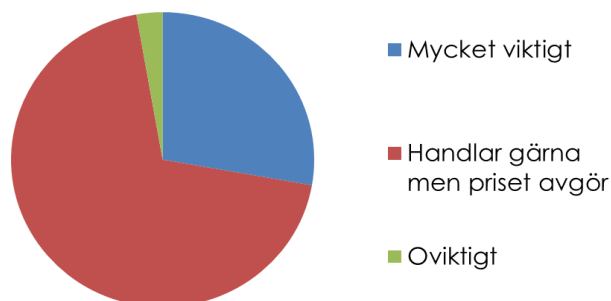
Anta att Du skall placera en produkt som tillför värme till huset, 1 x 1 m stort, på ditt hus. Var skulle du helst placera det?



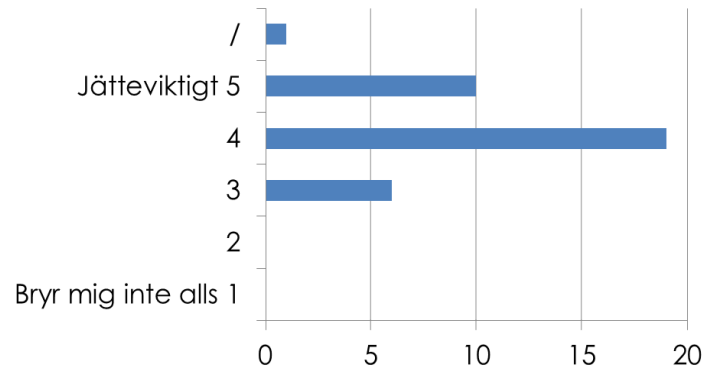
Vad har störst betydelse om Du skall montera något på din fasad?



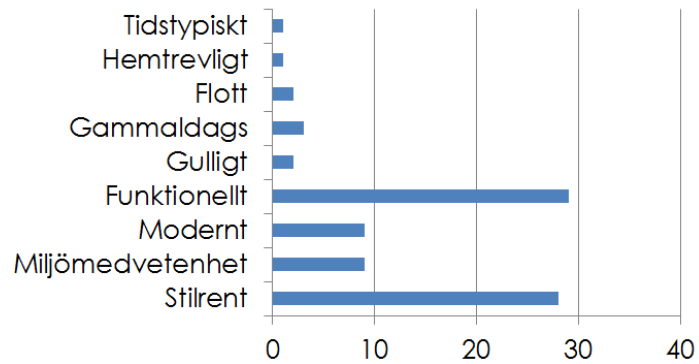
Hur viktigt är det för Dig att ett värmeförselsystem till ditt hus är tillverkat av miljövänliga material?



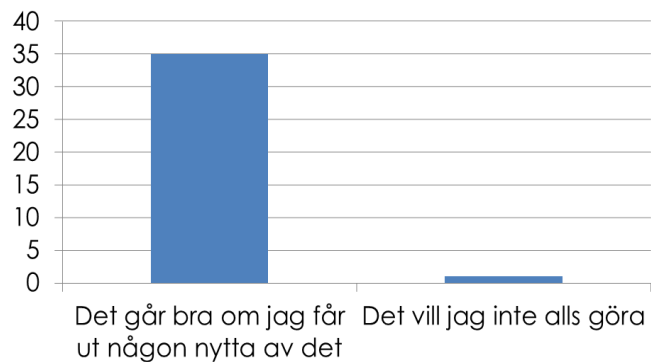
Hur viktigt är utseendet på Ditt hus för Dig?



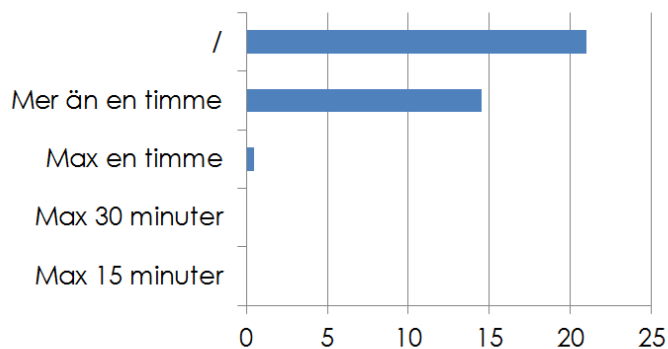
Vad passar bäst in på det intryck Du vill att ditt hus skall ge?



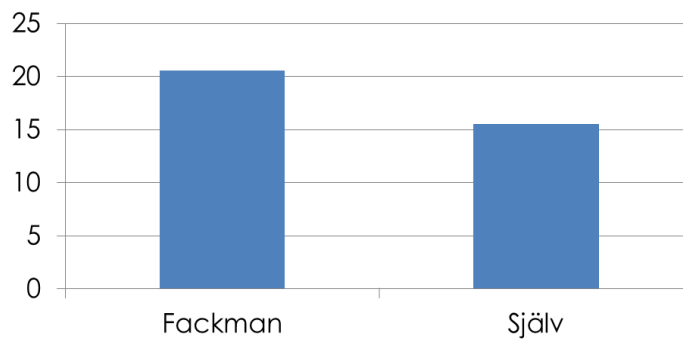
Hur ställer Du dig till att borra hål för infästningar i din husfasad?



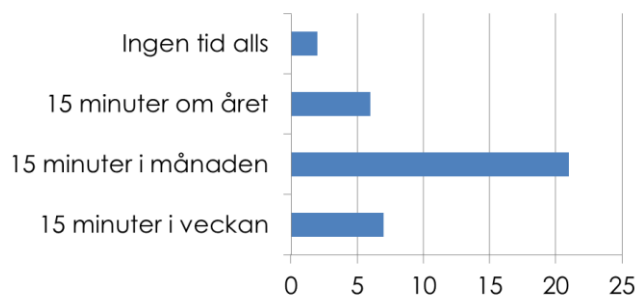
Hur lång tid kan du tänka dig att lägga på montering?



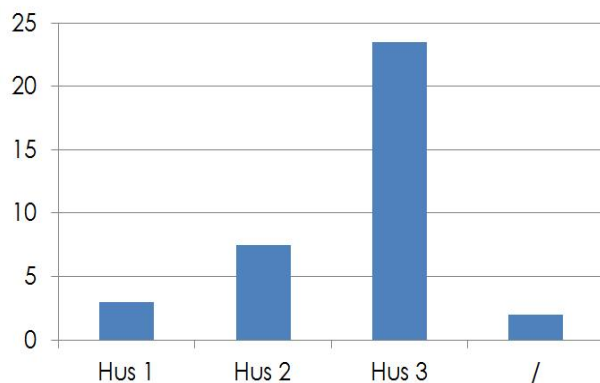
Kan Du tänka dig att montera ett värmesystem till ditt hus på egen hand?



Hur mycket tid kan Du tänka dig att lägga på underhåll av värmesystem för ditt hus?



Vilket utseende föredrar Du mest?



Hus 1

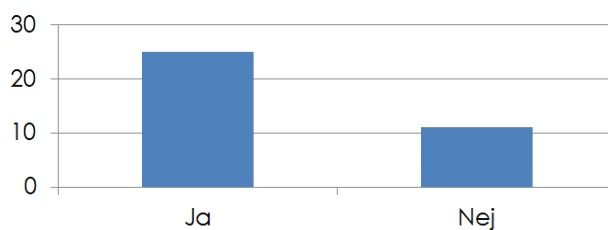


Hus 2

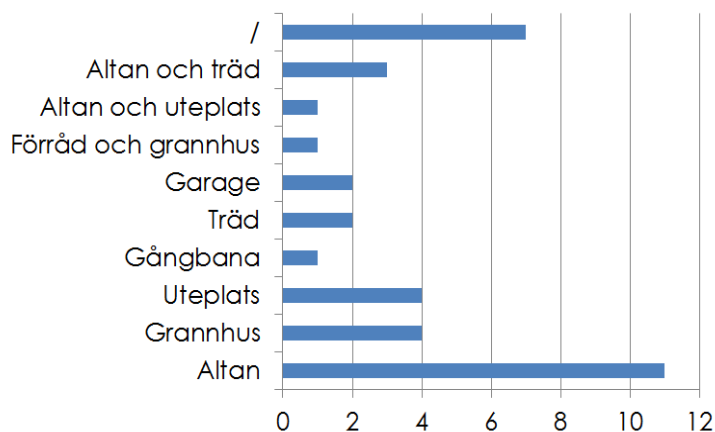


Hus 3

Har Du något system/produkt för att förebygga/åtgärda problem med inomhusklimatet eller för att effektivisera värmeförseln?



Hur ser söderläget på ditt hus ut?



BILAGA 5.

Intervju i examensarbete för Dryvent solutions of scandinavia AB

Namn:-

Allmänt

Är du insatt i klimatet hos din krypgrund? Om ja, hur är det?

Är du insatt i de följder som kan uppstå av dåligt klimat i din krypgrund?

Har du ett ventilationssystem till din krypgrund? Om ja, vilket sorts system?

Estetik

Är utseendet hos din villa och trädgård viktig?

Vilket intryck vill du att ditt hus skall ge?

Hur ser marken vid söderläget av ditt hus ut? (gräsmatta, asfalterat, grus)

Har du altan, terrass eller dylikt på söderläget av ditt hus?

Tycker du att utseendet hos din altan, terrass eller dylikt skulle bli förstört om du sätter upp något på fasaden här?

Anta att du skall placera ett föremål, 1 x 1 m stort, på ditt hus. Var skulle du helst placera det? (på taket, marknivå)

Vad har störst betydelse om du skall montera något på din fasad? (dess nytta, utseende)

Om du skall montera något på väggen, vilket intryck vill du då att detta skall ge utåt? (modernt, hightech, gulligt)

Hur skall en produkt utformas för att du skall vilja placera den på ditt hus?

Underhåll/montering

Kan du tänka dig att montera ett avfuktningssystem till din krypgrund på egen hand?

Hur mycket tid kan du tänka dig lägga på underhåll av ett ventilationssystem för din krypgrund?

Hur ställer du dig till att borra hål för infästningar i din husfasad?

Kostnad

Hur mycket kan du tänka dig att betala för ett komplement till ett ventilationssystem som minimerar energiåtgången och förbättrar klimatet i krypgrunden ytterligare?

(Saknar ventilationssystem idag: Hur mycket kan du tänka dig att betala för ett ventilationssystem med låg energiåtgång som förbättrar klimatet i krypgrunden?)

BILAGA 6.**Kravspecifikation**

Tekniska krav
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall utnyttja solenergi för att värma upp luft
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall anpassas efter en krypgrund med en lucka/ingång som en fullvuxen människa kan ta sig in igenom
<ul style="list-style-type: none"> • Infästningen för fläkt skall rymma fläktar som är 120x120 mm
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall vara installationsbart i varierande former på krypgrunder
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall vara anpassningsbart för olika krypgrunder
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall kunna installeras i krypgrund som är minst 60 mm hög
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall ha ett luftflöde på minst 75 m³/h
<ul style="list-style-type: none"> • Lufthastigheten skall vara minst 3 m/s och max 5 m/s
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet bör, då det går på full effekt, höja temperaturen i krypgrunden med ca 5 °C
<ul style="list-style-type: none"> • Luftolfångaren bör, då den går på full effekt, höja temperaturen på inloppsluften med minst 20 °C
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall vara fukttåligt
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall klara svenska väderförhållanden (UV-strålning, regn, blåst osv.)
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet bör ha en verkningsgrad på minst 90 %
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall ej orsaka överhettning
<ul style="list-style-type: none"> • Skall ej utgöra buller över 25 decibel
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall tåla stötar

<ul style="list-style-type: none">● Systemet bör ha en livslängd på minst 15 år
<ul style="list-style-type: none">● Bör ha en luftspalt på totalt 24 mm
<ul style="list-style-type: none">● Systemet bör ha en uteffekt på minst 1000 W vid maxeffekt
<ul style="list-style-type: none">● Indikera att det fungerar
<ul style="list-style-type: none">● Systemets totala vikt bör ej överstiga 20 kg
<ul style="list-style-type: none">● Systemet skall anpassas för en absorbator med måtten 55 x 150 cm
<ul style="list-style-type: none">● Skall kunna placeras i anslutning till ventilationshål i grunden
<u>Öppet system</u>
<ul style="list-style-type: none">● Systemet skall kopplas ihop med existerande system (fläktar och styrbox)
<ul style="list-style-type: none">● Systemets ventilation skall endast vara aktivt då luften är fuktigare i krypgrunden än utanför
<ul style="list-style-type: none">● Systemet skall drivas av el
<ul style="list-style-type: none">● Systemets luftintag skall vara minst 113 c m²
<ul style="list-style-type: none">● Systemet bör monteras minst 0,5 meter från marken
<ul style="list-style-type: none">● Systemet skall ventileras/skicka ut den fuktiga luften
<u>Slutet system</u>
<ul style="list-style-type: none">● Systemet skall ta luft inifrån krypgrunden, värma upp och blåsa tillbaka denna in i grunden
<ul style="list-style-type: none">● Systemet skall drivas av solcellen
<ul style="list-style-type: none">● Solcellen skall ha en verkningsgrad på minst 20 %
<ul style="list-style-type: none">● Filtret bör vara enkelt att byta enligt 70 % av en testgrupp

- Filtret bör bytas max 2 gång per år
- Solcellen bör ha en strömstyrka på minst 5 V
- Solcellen bör ha en kapacitet på minst 3 W

Montering

- Systemet skall vara enkelt att montera (enligt 80 % av en testgrupp)
- Systemet skall gå att montera på en husvägg, ståendes eller liggandes
- Systemet bör vara utformat så att en ergonomisk arbetsposition blir naturlig vid monteringen
- Systemet bör kunna installeras av endast en person med full rörlighet
- Systemet bör förhindra risk för felmontering
- Systemet skall kunna monteras i en vinkel på 60°
- Inga specialverktyg skall krävas för montering

Användning

- Systemet bör, i största möjliga mån, vara underhållsfritt

Säkerhet

- Produkten skall ej avsöndra skadliga substanser
- Det skall ej finnas risk för brännskador vid kontakt med utsidan av solfångaren
- Systemet skall ej orsaka försämrad psykisk ohälsa hos brukare

<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall ej orsaka fysisk ohälsa hos brukare
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet bör ej kunna förorsaka klämrisk
<p>Tillverkning</p>
<ul style="list-style-type: none"> • System- och komponenttillverkare skall arbeta under rättvisa arbetsförhållanden
<ul style="list-style-type: none"> • Tillverkningen skall ej utföras av barn
<ul style="list-style-type: none"> • Tillverkning av systemet skall följa gällande arbetsmiljölagar
<ul style="list-style-type: none"> • Produktionen skall ej orsaka några hälsoskador hos inblandade individer
<ul style="list-style-type: none"> • Tillverkningskostnader för systemet bör understiga y kronor
<ul style="list-style-type: none"> • Vid tillverkningen bör miljömärkt energi användas
<p>Hållbarhet/Miljö</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall ej bryta mot några gällande miljölagar
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet skall ej bidra till toxiska reaktioner vid användning
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet bör ej bidra till en ökad koncentration av ämnen från samhället i naturen
<ul style="list-style-type: none"> • Tillverkning av systemets komponenter bör ej avge mer koldioxid än nödvändigt
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet bör vara resurssnålt med så få ingående komponenter som möjligt
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet bör ej bidra till undanträngning av natursystemet
<ul style="list-style-type: none"> • Materialet bör ej ge ifrån sig några gifter
<ul style="list-style-type: none"> • Alla delar i systemet bör vara möjliga att återvinna
<ul style="list-style-type: none"> • Alla delar bör vara märkta med återvinningsinformation

<ul style="list-style-type: none"> • Delar av olika material skall lätt kunna monteras isär
<p>Utformning</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet bör smälta in i sin omgivning
<ul style="list-style-type: none"> • Systemet bör kunna anpassas till olika omgivningar
<p>Material</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Absorbatorn skall bestå av ABS-plast tillverkad av företaget Suncore
<ul style="list-style-type: none"> • Ramen skall vara dimensionsstabil
<ul style="list-style-type: none"> • Ramen skall tåla upp till 180 °C och -30 °C
<ul style="list-style-type: none"> • Ramen skall vara UV-resistent
<ul style="list-style-type: none"> • Ramen skall ha låg fuktabsorption
<ul style="list-style-type: none"> • Ramen bör ha låg vikt
<ul style="list-style-type: none"> • Ramen bör vara kemikaliebeständig
<ul style="list-style-type: none"> • Ramen bör ha ett lågt pris
<ul style="list-style-type: none"> • Frontglaset skall ha hög transmittans
<ul style="list-style-type: none"> • Frontglaset skall vara reptåligt
<ul style="list-style-type: none"> • Frontglaset bör ha låg vikt
<ul style="list-style-type: none"> • Frontglaset bör vara slagåligt
<ul style="list-style-type: none"> • Frontglaset bör ha låg reflektion

*Systemet = Solfångare med tillhörande fläkt och övriga komponenter

BILAGA 7.

Idéer vid egen brainstorming

- Delfunktioner, fungera som annat också, t.ex. vindskydd
- Matta under solfångare för att undvika fuktig luft
- Flera små enheter
- Skoj form, typ vågformad
- Dekor på
- Moduler, använd en eller flera, i hopsättbara
- Kombinerad lampa
- Kombinerad förvaring bakom
- Som tak över t.ex. altan
- Snygga material i ramen, borstat aluminium, trä
- Se ut som något i naturen, t.ex. ett blad
- Bubblor
- Hämta inspiration från solens strålar
- Utfällbar, till exempel som en persienn eller sådan man drar ner framför affären
- Miljöbrandad/ecobrandad
- Ihopfällbar
- Diamantstruktur
- Utnyttja överskottsvärmen till t.ex. inomhusvärme, varmvatten
- Placera på taket
- Forma som taket
- Sätta spröjs på så det ser ut som fönster
- Se ut som källarfönster, placera på grunden
- Vinklinsbar, sommar- och vinterläge för att utnyttja all sol

BILAGA 8.

Fokusgrupp den 26 april

Deltagare:

Magnus

Rasmus

Isak

Tobias

Alma

Sofia

Alexander

Plats: Jupiter 146

Tid: 13:30

Idag kommer vi att behandla estetiken på vårt system samt estetiken på hus i allmänhet. Tanken är att vi skall komma på kreativa idéer helt utan begränsningar där inga idéer är för dumma! Bjuda på kakor.

Ta med:

- Fika
- Post it-lappar
- Vita A4-papper
- Pennor
- Sekretesspapper
- Bilder på hus och solfångare

Skriva på sekretess

Förkunskap:

- Systemet idag
- Vårt system
- Solfångare består av absorbatör och ett glas/plast kopplat till ett rör in i krypgrunden

Visa bild

Diskussion: Hur får man en solfångare att bli snygg? Hur skall den se ut för att ni skulle vilja sätta upp den på huset? (T.ex. färger, former, dekor och material)

Diskussion: Hur får man en solfångare att smälta in? Inga begränsningar.

Diskussion: Enligt undersökningar vill kunderna att produkten skall vara stilren och se funktionell ut. Hur uttrycks stilrenhet och funktionalitet?

Diskussion: Placering av solfångare?

Diskussion: Den optimala vinkeln är en lutning på ca 45 grader. Idéer på hur detta skall tillämpas?

Diskussion: Övriga idéer? T.ex. extra funktionalitet inkluderad i solfångaren, upplyst lampa nattetid, ihopfällbar, utdragbar

Uppgift: Hur kan man utforma en solfångare för att passa alla sorters villor?
Hur skall en solfångare utformas för att passa alla tre av dessa hus? -visa bilder
Två och två Skissa

Om extra tid finns:

Diskussion: Hur kan problemet med träd eller altan som skuggar lösas? Sätta på taket, ställa mitt i trädgården?

BILAGA 9.

Idéer från fokusgrupp

- Halvcirkulär form, monteras utanpå stuprännan för att smälta in
- Blomlåda
- Äga samma bredd som fönstren och placeras under dessa och på så sätt se ut som förlängningar av fönstren.
- Placeras längs med taket
- Monteras på taket, vara nedfällningsbar
- Se ut som fönsterluckor och placeras bredvid fönstren
- Monteras i trappstegen eller vara ett solidt trappräcke
- Solfångaren är en svängbar lucka med fasad på ena sidan och solfångare på andra sidan.
- Lätt att placera var man vill för stor valmöjlighet

BILAGA 10.

Fler idéer som togs fram

- Något man kan trä över stuprännorna
- Ett solskydd, som en markis
- Fönsterluckor
- Skärm över fönsterrutor
- Sitta runt skorstenen
- Lägga den lite under varje fönster
- Som en bänk man även skall kunna sitta på
- Som en fontän med stora stenar
- Ha den på trappan som ett solidt räcke istället för stålräcke
- Som en flaggstång
- Som ett staket
- Hänga upp den i ett träd
- Luften kan värmas upp genom vattentunnor
- Rullgardin
- Som en stor klocka med vit visare
- Fälla ner automatiskt under takkant när den inte behövs
- Känna av själv när den skall fällas in eller ut

BILAGA 11.**Osborns idésporrar**

Förstora	Förminska	Omplacera	Göra tvärtom
Förlänga som en list Extrafunktion, skuggskydd, markis Belysning	Ta bort ramen helt Dela upp i flera små Hålla nere vikt, slimma Inget frontglas	Kunna sätta varsomhelst Flytta luffinloppet Flytta fläkten till inlopp istället för utlopp	Monterbar åt flera håll och vinklar

BILAGA 12.**Analogitänkande**

Fantasi/Önsketänkande	Direkt analogi	Personlig analogi
Snygg eller inte synas alls Inbyggd i fasaden Inga kanter Kommer fram vid sol, annars är den borta/osynlig Integrerad i marken Färg på absorbator Ser ut som en dörr Helt genomskinlig Trädformad Plåtkonstverk Integrera? Inglasa altanen	Hämta egenskaper från ormar Följer solen, elektrisk Som en robotdammsugare Hämta inspiration från matmaskiner, matt eller högblank Rullgardin Se hightech ut som ett modernt kylskåp Miljöprofilerad Träram	Tålig Sitta fast säkert Stöttålig, lite mjuk Vill göra ägare stolt Vill vara duktig Imponera på andra Kunna förutspå vädret Snyggare än grannen Snygg länge, stilren Vill inte bli täckt av snö eller skymmas av skugga Inget krimskrams

BILAGA 13.

Urval av resultat från idégenerering

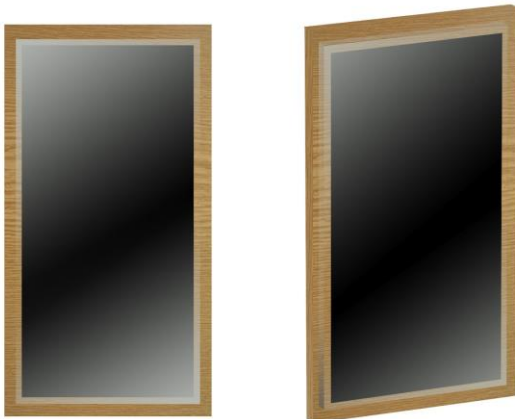
Följande idéer är några av de som togs vidare från steg ett i idéfasen men av olika anledningar inte togs vidare till konceptfasen.

I marken

Här skulle solfångaren integreras i marken med plattor runt omkring och på så sätt synas lite och bli ett snyggt inslag i till exempel gräsmattan eller uteplatsen.

Glaslåda på trä

I denna idé är både solfångarens kanter och front av härdat glas och monteras på en träpanel vilken är något större än glaslådan. Utformningen valdes för att den ansågs estetiskt tilltalande, stilren och funktionell.



Lampa

Ett förslag som kom upp både på workshopen och på brainstormingen var att integrera LED-lampor i solfångaren för att fungera som belysning kvällstid. LED-lamporna skulle drivas av en solcell som laddas under dagen då solen skiner. På så sätt undviks driftkostnader och koppling till det egna strömnätet. En lampa skulle ge luftsolfångaren dubbel funktion och göra den mer estetiskt tilltalande.



Spröjs

Ett önskemål som framkom under brukarstudierna var att luftsolångaren skulle synas så lite som möjligt och smälta in på huset. Idén kom då att likna luftsolångaren vid ett fönster och på så sätt kamouflera den genom att använda breda ramar och spröjs.



Utmed väggen

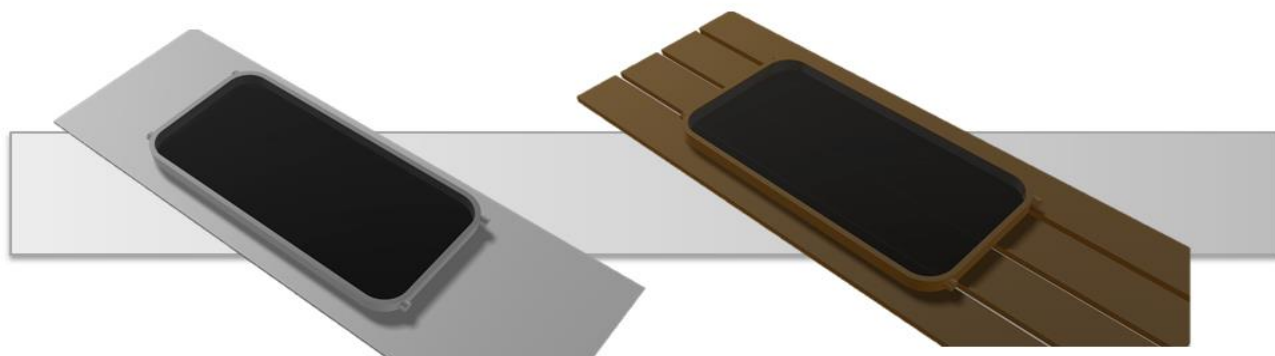
För att solångaren skulle smälta in på huset var en idé att göra den lika lång som husets fasad för att den skulle kunna monteras på ett hörn på huset och på så sätt inte sticka ut så mycket utan se ut som en del av huset.

Nanomaterial

Något som varit mycket populärt de senaste åren är nanoteknologi. Nu har det tagits fram en textur som kan appliceras på glas och gör att vatten studsar av och reflektioner elimineras. Detta skulle göra att luftsolångaren aldrig behöver rengöras utvändigt då smuts har mycket svårt att fästa på materialet. Den skulle också bli effektivare eftersom all solstrålning skulle kunna tas in genom glaset.

Påträbar ram

En vidareutveckling på idén ovan är att ha en påträbar ram till panelen. Även denna kan väljas i önskat utförande. Ramen träs på och ger panelen ett nytt utseende och skyddar även mot hårda och vassa kanter.



Påklickbara lister

För att solfångaren skall kunna smälta in på olika hus är customizing ett alternativ. En tillverkare erbjuder detta i form av valmöjlighet av färg på solfångarens ram. Vid samtal med återförsäljare av dessa visade det sig att många kunder var initialt intresserade av en sådan lösning men valde standardutförandet i slutändan på grund av priset. Att välja en annan färg än standard på ramen ansågs alltså för dyrt. Idén kom då att ramen skulle tillverkas i endast en färg och förses med ”snäpp”-fästen på ovansidan. I dessa skulle man kunna fästa lister i önskat utförande. Listerna skulle bli mycket billigare och enklare att byta ut om man till exempel målar om huset eller blir tvungen att sätta systemet på altanen och då bör ha ett träutförande för att smälta in.

Följa solen

För att förbättra effekten av solfångaren kunde det vara en fördel om solfångaren kunde följa solens gång och på så sätt utnyttja alla solens timmar. Detta skulle dock innebära ett visst arbete för brukarna som enligt intervjuerna helst inte vill integrera med sitt system. En elektrisk lösning vore praktiskt men det finns ingen lönsamhet i det, energin som vinnas i form av soltimmar förloras på grund av energiåtgången till att rotera panelen.