

# Miljöbedömning Levande Filter

Referensmiljöer för framtidens produkter

DATUM: 2013-03-01

FÖRFATTARE: Ove G Andersson

---

VI HAR FÅTT STÖD AV  
**TILLVÄXT  
VERKET**

*En investering för framtiden*



EUROPEISKA  
UNIONEN  
Europeiska  
regionala  
utvecklingsfonden

**Jegrelius** 

EN DEL AV REGIONFÖRBUNDET JÄMTLANDS LÄN



## Sammanfattning

Med projektet *Referensmiljöer för framtidens produkter* arbetar Jegreliusinstitutet för att stödja små och medelstora företag med att nå de konkurrensfördelar som miljödrivna marknader erbjuder. Ett av momenten för att nå detta är att erbjuda varje deltagande företag individuell rådgivning gällande marknad och kommunikation av den egna produktens miljöprestanda. I denna rapport ger vi därför en enkel omvärldsbeskrivning men framförallt en bedömning av miljöprestanda för Levande Filter.

Levande Filter är en biologisk ventilationsanläggning som bygger på att luft passerar växter i ett glaskabinette. På växterna fastnar olika förorenande partiklar. Växterna duschas sedan av och partiklarna hamnar i jorden där de bryts ner. Filtret kan liknas vid en regnskog i miniatyrformat.

Ett Levande Filter finns som komplement vid laboratoriet vid PEAB Asphalt AB i Sundsvall. Filtret har visat sig rena luften från kvarts och dimetylenklorid med nästan 50 procent i deras laboratorium.

Miljöbedömningen av Levande Filter har baserats på vilken miljöpåverkan som orsakas i tillverkningsfasen och vilken energiåtgång som krävs vid drift.

Vid Jegrelius ser vi på Levande Filter i dagsläget mer som ett komplement till befintligt ventilationssystem. Miljöbedömningen är beräknad på att Levande Filter för sin drift under 15 år förbrukar drygt 11 000 KWh. Att beräkna energiåtgång för befintliga ventilationsanläggningar vilka ofta är behovsstyrda är en utmaning! Många är de parametrar som inverkar på gångtid! För att få helt tillförlitliga resultat bör finnas tillgång till siffervärden loggade under en längre period. De beräkningar av energiåtgång för referensanläggning Jegrelius gjorde i miljöbedömningen bygger på en lokal med en area om cirka 60 m<sup>2</sup> och ett luftflöde om 360m<sup>3</sup>. Dessa beräkningar indikerar på en förbrukning om minst tre gånger så mycket beräknat på samma livslängd.

I Jegrelius kontakt med Levande Filters kundkrets har flera mervärden uppmärksammats såsom att inomhusklimatet förbättras genom högre luftfuktighet, en fräschör upplevs, speciellt tydligt vid ankomsten till arbetsplatsen. Att filtret i sitt unikum eventuellt i en mer nischad del av marknaden löser problematik kring kvarts och andra partiklar som inte andra system fångar upp antas innebära en långsiktig hållbarhet och ett hälsoperspektiv som väger tyngre än den relativt låga miljöpåverkan som uppstår till följd av material/tillverkning och energiåtgång vid drift.

Jegrelius gör den bedömningen att vid skolor, industrier, byggarbetsplatser och andra frekvent publika miljöer utsatta av nedsmutsad luft med ohälsosamma partiklar är miljöer där ett biologiskt Levande Filter kan vara ett gott komplement till konventionell ventilation. Mycket pekar på att miljönyttan skulle direkt ha en bäring till både ett hälso-och välbefinnandeperspektiv och antagligen ha god ekonomisk avkastning på investerade medel.

Våra analyser av den Life Cycle Assessment Screening som utförts av extern kompetens visar att energi- och klimatbelastningen är störst vid driften av filtret under förutsättningar att energikvaliteten Svensk EI-mix används. Skulle brukaren av filtret välja en alternativ energikvalitet kan bilden av den sammanvägda miljöbelastningen naturligtvis förändras, om vart fortsatta potentiella utvecklingsåtgärder kan tänkas uppenbaras. Vid användande av förnyelsebar energikvalitet skulle antagligen filtrets påverkan vara störst i tillverkningsfasen.

Det har visat sig att härdat glas har den största miljöbelastningen tätt följd av aluminium och elektronisk styrenhet. För att minska miljöbelastningen för filtret kan ett substitut till härdat glas och jungfrulig aluminium sökas.



## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	1
Innehållsförteckning .....	2
1. Inledning.....	4
1.1 Om Jegrelius - Institutet för tillämpad Grön kemi .....	4
1.2 Projektet Referensmiljöer för framtidens produkter .....	4
1.3 Rapportens syfte och användning .....	4
2. Metod .....	5
2.1 Jegreliusmodellen.....	5
2.2 Livscykelanalys – kartläggning av livscykel .....	6
2.3 Hållbarhetsanalys .....	6
2.4 Kemikaliebedömning .....	7
2.5 SVHC-ämnena och avvecklingsämnen enligt de svenska miljömålen.....	7
2.6 Studerad applikation.....	8
2.7 Beskrivning av huvudprodukten (funktion, flödesschema, avgränsningar/prioriterade områden).....	9
2.8 Life Cycle Assessment – Förenklad värdering av huvudprodukt, Jämförelse med konkurrenter .....	9
Figur 4. Ger en indikation om energi- och klimatbelastning vid tillverkning och drift för Levande Filter och referensanläggning under 15 år.....	13
2.9 Traditionella, behovsstyrda, och hybrida ventilationssystem .....	14
3. Miljöbedömning .....	15
3.1 Hållbarhetsanalys .....	15
Det svenska genomsnittshuset 2009.....	16
3.2 Kemikaliebedömning .....	17
3.3 Samlad miljöbedömning .....	17
4. Slutsats, diskussion och rekommendationer.....	19



## 1. Inledning

### 1.1 Om Jegrelius - Institutet för tillämpad Grön kemi

Jegrelius - institutet för tillämpad Grön kemi är en oberoende aktör utan vinstintressen som arbetar tillsammans med konsumenter, företag och offentlig sektor för att stimulera efterfrågan och produktion av giftfria produkter. Visionen är att bidra till tryggare miljöer i människors vardag. Jegreliusinstitutet handleder företag i kemikaliefrågor, driver projekt och stöttar kommuner och landsting i innovationsupphandlingar. Jegreliusinstitutet är en utvecklingsenhet inom Regionförbundet Jämtlands län.

### 1.2 Projektet Referensmiljöer för framtidens produkter

Projektet Referensmiljöer för framtidens produkter drivs av Jegrelius – institutet för tillämpad Grön kemi och löper under tre år. Projektet startade 1 juli 2010. Avsikten med projektet är att stödja små och medelstora företag med att nå de konkurrensfördelar som de miljödrivna marknaderna erbjuder och samtidigt underlätta för landsting och kommuner att i större utsträckning köpa miljöanpassade produkter.

Projektet finansieras av Europeiska regionala utvecklingsfonden, Tillväxtverket (Miljödrivna marknader), Länsstyrelsen Jämtlands län och Regionförbundet Jämtlands län.

I projektet gör Jegreliusinstitutet, som en oberoende aktör, en granskning av de deltagande företagens produkter. Produkternas miljöpåverkan jämförs med utvalda konkurrerande funktionslösningar utifrån Jegreliusinstitutets modell för miljöbedömningar, vilken beskrivs under 3.1 Metod.

### 1.3 Rapportens syfte och användning

Syftet med denna rapport är att på ett överskådligt sätt redogöra för Levande Filters påverkan på miljön jämfört med alternativ på marknaden. Rapporten ska hjälpa Levande Filter att bli tydligare och mer korrekt i sina miljö-argument, kommunikation och marknadsföring. Samt att visa på exempel för verifikation och dokumentation av miljöfördelar för produkten. Innehållet i rapporten kan inte och ska inte ses som direkt vägledning. Utan rapporten ligger till grund för den indikation och diskussion om Levande Filters potential att komplementera och eventuellt i en framtid ersätta viss ordinarie ventilation.

### 1.4 Omvärldsbeskrivning, konkurrenter lagstiftning

Regeringen har ställt upp miljömål och för inomhusmiljön omfattar målet ventilation och radon. "Städer, tätorter och annan bebyggd miljö ska utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en god regional och global miljö. Natur- och kulturvärden ska tas till vara och utvecklas. Byggnader och anläggningar ska lokaliseras och utformas på ett miljöanpassat sätt och så att en långsiktigt god hushållning med mark, vatten och andra resurser främjas." Så lyder Riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet "God bebyggd miljö"

I Riksdagens beslut om de sexton miljö kvalitetsmålen så kan i det femtonde målet, "God bebyggd miljö" och delmålet "god inomhusmiljö" göras tydliga kopplingar till Levande Filters verksamhet<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=221&pl=1>

Boverkets byggregler säger att ventilationssystem ska utformas så att tillräckligt uteluftsflöde kan tillföras byggnaden<sup>2</sup>. Hälsosofarliga ämnen som till exempel radon, fukt och besvärande lukt ska också kunna evakueras byggnaden. Kraven anger också att lägsta uteluftsflöde är 0,35 liter per sekund och kvadratmeter vilket motsvarar 0,52 omsättningar per timme vid den lägsta tillåtna takhöjden enligt byggreglerna.

I bostäder och lokaler för allmänna ändamål, där människor vistas stadigvarande, bör inte skillnaden i absolut luftfuktighet ute/inne under vinterförhållanden regelmässigt överstiga 3 g/m<sup>3</sup>.

## 2. Metod

### 2.1 Jegreliusmodellen

För att utföra en bedömning av produktens miljöprestanda har vi arbetat utefter *Jegreliusmodellen* som definierar och beskriver vilka värderingar vi har samt vilka metoder och verktyg som vi kan använda (Figur 3). Vi gör här en samlad miljöbedömning baserat på livscykelanalys (LCA), en generell hållbarhetsanalys samt en riskbedömning av ingående kemikalier. Med en LCA får vi bild av produktens miljöpåverkan under hela dess livscykel men det ger också data och kunskap om produkten som också användas vid hållbarhetsbedömning och riskbedömning av ingående kemikalier. Kvantitativa livscykelanalyser fungerar ofta bra för CO<sub>2</sub>-, energi- och andra resursdata, men är inte konklusiva för kemikalier, toxicitet, biologisk mångfald, m.m.<sup>4</sup>. En livscykelanalys speglar också bara den aktuella situationen, och inte möjliga förändringar över tid. Att komplettera livscykelanalysen med hållbarhets resonemang och kemikalieperspektiv är därför ofta nödvändigt för att ge en bra bild av en produkts potential att närma sig ett definierat tillstånd av hållbarhet.

---

<sup>2</sup>

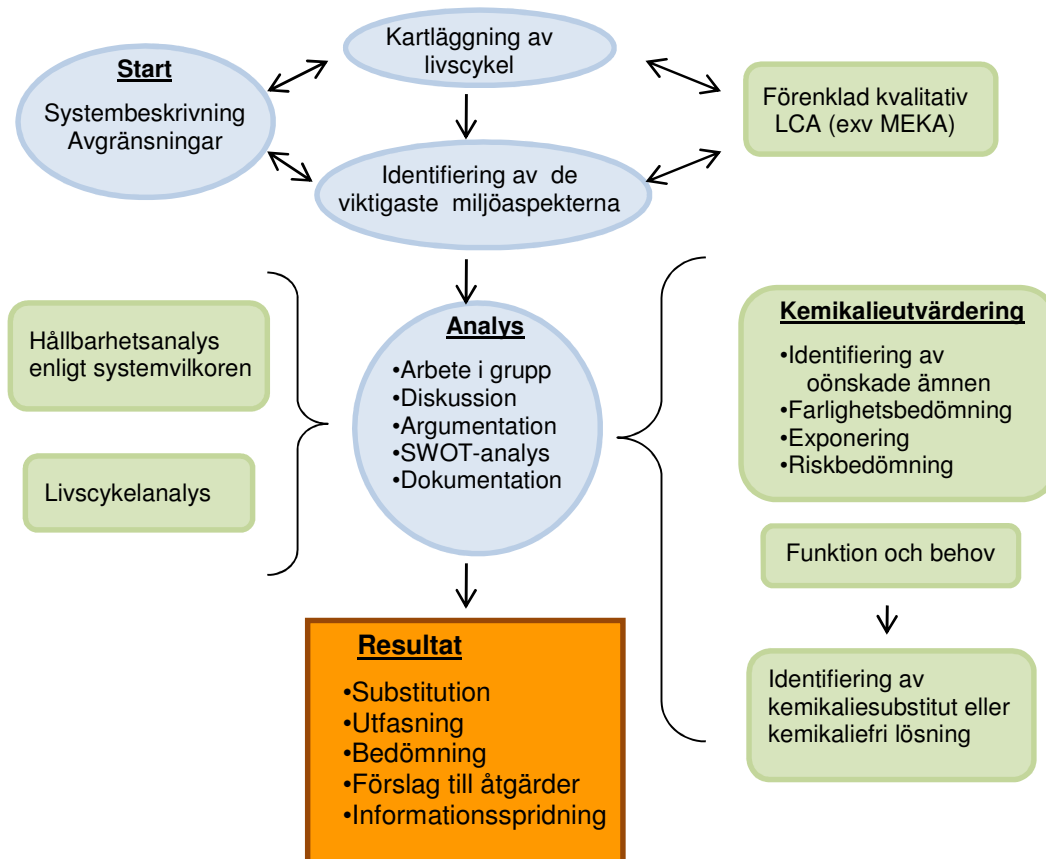
[http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Godbebyggdmilj%C3%B6\\_Radon\\_Ventilation.pdf](http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Godbebyggdmilj%C3%B6_Radon_Ventilation.pdf)

<sup>3</sup> <http://www.socialstyrelsen.se/sosfs/1999-25>

<sup>4</sup> Rossi, M. (2004). Reaching the Limits of Quantitative Life Cycle Assessment".

Clean Production Action ([www.cleanproductionaction.org](http://www.cleanproductionaction.org)). Commissioned by the European Commission and authored by a consortium led by PE Europe GmbH. June 2004.





**Figur 3: Jégrelius arbetsmetod för att arbeta med bedömning av hälso- och miljöprestanda i olika typer av analyser, utredningar och substitutionsarbete.**

### 2.2 Livscykelanalys – kartläggning av livscykel

I denna miljöbedömning av det biologiska ventilationssystemet Levande Filter har livscykelanalysen begränsats till att endast bestå av en kartläggande och översiktlig analys baserat på uppgifter levererade från företaget, litteraturdata och uppgifter via internet. För att identifiera ett livscykelperspektiv för material och energiförbrukning har en extern kompetens konsulterats<sup>5</sup>. Detta i syftet att identifiera den fas i livscykeln som främst bidrar till produktgruppens miljöbelastning och därefter fokusera miljöbedömningen på denna fas.

### 2.3 Hållbarhetsanalys

Vid miljöbedömning och substitution är det viktigt att fråga sig om det är ett steg mot hållbarhet och om det är en flexibel plattform för ytterligare förbättring. De systemvillkor som måste uppfyllas för att nå ett hållbart samhälle har beskrivits av bland annat Holmberg 1995<sup>6</sup> och 1998<sup>7</sup>. Som en god referens till systemvilkoren vill Jégrelius gärna också hänvisa till rapporten Sustainability Constraints as System Boundaries. An Approach to Making Life-Cycle Management Strategic<sup>8</sup>

<sup>5</sup><http://www.miljogiraff.se/>

<sup>6</sup> Holmberg (1995) Socio-Ecological Principles and Indicators for Sustainability. Chalmers Universitet, Göteborg

<sup>7</sup> Holmberg (1998) Lättare att förstå – svårare att misstolka. Tidsskriften Det Naturliga Steget. Nr. 2:98

<sup>8</sup> Sustainability Constraints as System Boundaries. An Approach to making Life-Cycle Management Strategic, Henric Ny, Jamie P. MacDonald, Göran Broman, Ryoichi Yamamoto and Carl-Henrik Robe`rt

Systemvillkoren beskrivs av Holmberg enligt följande:

I ett hållbart samhälle förstörs inte naturens funktion och mångfald genom:

1. Systematiskt ökande koncentration av ämnen från berggrunden
2. Systematiskt ökande koncentration av ämnen från samhällets produktion
3. Systematiskt överuttag, undanträngning och manipulation av ekosystemens förmåga att skapa nyttigheter.
4. I ett hållbart samhälle hindras inte människor att tillgodose sina mänskliga behov.

De fyra villkoren ovan ger en ram som en tänkt målbild måste rymmas inom, vilket ger en ram för att kunna vidmakthålla värderingen om att framtida generationer ska ha samma förutsättningar som vi.

#### 2.4 Kemikaliebedömning

Det finns ett stort antal kemikalier som med hänsyn till ramvillkoren bör fasas ut från vårt samhälle. Många av dessa ämnen är uppmärksammade och upptagna på olika listor över prioriterade ämnen. Exempel på några sådana listor är tillexempel, ChemSecs SINLIST<sup>9</sup>, ECHAs kandidatlista<sup>10</sup> över särskilt farliga ämnen (Substances of Very High Concern, SVHC) och Kemikalieinspektionens PRIO-databas<sup>11</sup> med utfasningsämnen och riskminskningsämnen. I de fall som en aktuell kemikalie inte finns upptagen på dessa listor baserar vi vår värdering om hur farlig en kemikalie är på motsvarande kriterier.

En rimlig tolkning av försiktighetsprincipen, och med hänsyn till den konstant rådande osäkerheten vid substitutionsfall är att det vid många tillfällen är nödvändigt och i vissa fall en skyldighet att tillämpa följande vägledning: Vilket vi vill uttrycka på följande sätt: *Om vetenskapligt grundad misstanke finns för allvarlig effekt av kemikalie A, men inte för kemikalie B så bör substitution genomföras under förutsättning att funktionen i övrigt är tillfredsställande.*

#### 2.5 SVHC-ämnen-och avvecklingsämnen enligt de svenska miljömålen

De farligaste ämnena, som är utpekade inom REACH som särskilt farliga ämnen (SVHC= Substances of Very High Concern) är utpekade som utfasningsämnen, det vill säga sådana som är så farliga att det i längden inte går att garantera någon säker hantering, oavsett exponeringsgrad. Här ingår de klassiska miljögifterna som återfinns hos isbjörnar och befolkning. De uppfyller något av följande kriterier enligt REACH-terminologin:

- vPvB (Very persistent and very bio accumulative)
- PBT (Persistent, bio accumulative and toxic)
- CMR 1 och 2 (Carcinogenic, mutagenic and reproductive substance, category 1 and 2)
- Ämnen som inte klart uppfyller kriterierna ovan, men bedöms ha motsvarande allvarliga egenskaper.

---

<sup>9</sup> ChemSecs SINLIST <http://www.sinlist.org/>

<sup>10</sup> ECHAs kandidatlista över SVHC [http://echa.europa.eu/chem\\_data/authorisation\\_process/candidate\\_list\\_table\\_en.asp](http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp)

<sup>11</sup> Databasen Prio [http://www.kemi.se/templates/PRIOframes\\_4045.aspx](http://www.kemi.se/templates/PRIOframes_4045.aspx)

För Sveriges miljömål, giftfri miljö och skyddande ozonskikt, gäller dessutom:

- Kvicksilver, kadmium och bly
- Hormonstörande
- Kraftigt allergiframkallande
- Ozonnedbrytande ämnen

Om det utvecklas ett SVHC-fritt alternativ till en produkt som innehåller SVHC-ämnena, så borde argumenten för substitution vara någorlunda enkla. Förutsatt att det är en rimlig nivå på pris/funktion hos alternativet, bör det i princip räcka med att hävda att alternativet saknar SVHC-ämnena. Däremot blir det genast lite svårare om alternativen t.ex. ändå bidrar till spridningen av SVHC-ämnena i ett senare eller tidigare skede av livscykeln. Det kommer att utvecklas listor av ämnen som kommissionen anser uppfylla ovanstående krav, men det kommer förmodligen vara en svår tolkningsfråga för många ämnen som är gränsfall.

### 2.6 Studerad applikation

Eftersom ett Levande Filter ofta utgör ett mer eller mindre unikt komplement har vi primärt valt att för arbetet med miljöbedömningen beskriva vilken miljöpåverkan som följaktligen sker i både tillverknings- och användningsprocess av filtret. Ur ett mer sekundärt perspektiv kan en mer djuplodande analys göras av vilken miljönytta filtret kan tillföra en befintlig ventilationsanläggning.

- Levande Filter: Naturligt ventilationsfilter standardskåp (1300x700x2100 mm)  
Luftflöde 120m<sup>3</sup> per timme.

Den funktion och nytta filtret utträttat och som i sammanhang av livscykelperspektiv vill vi sammanfatta i ett begrepp där energiförbrukningen i kWh per ventilationsflödet i m<sup>3</sup> för det aktuella kabinettet ställs mot värdet av ren luft under 15 år.

0,085 kWh/120 m<sup>3</sup>h under 15 år.

För den som vill gå vidare i ett utvecklingsarbete med Levande Filter så passar vi på att nämna en möjlig referensanläggning. Ett Levande Filter finns monterat vid Peab Asphalt AB utvecklingslaboratorium i Sundsvall där luftmätningar utförts på uppdrag av PEAB. Mätningar har genomförts under normala produktionsförhållanden. Provpunkterna delades upp i en fast och en bärbar. Mätningarna har utförts både före och efter installationen av ett levande filter. Ingen förändring av ventilationen har utförts mellan mätomgångarna. Halterna av kvarts och dimetylenklorid i inomhusluften minskades med nästan 50 procent efter det att filtret installerades. Koldioxidhalten låg stadigt på en nivå av 850-900 ppm. Verksamheten klarade dock gränsvärdena för kvarts och dimetylenklorid både före och efter installationen av det Levande Filtret.<sup>12</sup> Om halten av koldioxid är lägre än 1000 ppm för en lokal så är luftomsättningen tillräckligt god för de personer som vistas där<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Muntlig kommentar från Anders Pettersson, Laboratorieföreståndare vid PEAB Asphalt AB

<sup>13</sup> Faktatext om inomhusmiljö inklusive referenser, [www.folkhalsoguiden.se](http://www.folkhalsoguiden.se)

### 2.7 Beskrivning av huvudprodukten (funktion, flödesschema, avgränsningar/prioriterade områden)

Levande Filter är en regnskog i miniformat<sup>14</sup>. Filtret består av ett glaskabinette vilket innehåller en rad olika växter bland annat olika sorters Kallor och Bräken. Mikroklimatet hjälper till att eliminera merparten av de större partiklarna innan de hinner torka och släppa ifrån sig de små partiklarna. Filtret reducerar partiklar större än 5µm med 50-70 procent. Partiklar mindre än 1µm med mellan 0-40 procent. Resultatet blir ett renare, behagligare och sundare inomhusklimat. Filtret består av växter, jord och vatten. Luften passerar växterna där partiklar fastnar. Partiklar duschas av och bryts ner av jordbakterier. Luften går sedan renad, avkyld och syresatt ut vid golvet. Filtret levererar syresatt luft som är två grader svalare än inomhustemperaturen med en relativ fuktighet på 40-43 procent. Den filtrerade svalare luften till rummet vid golvnivå i en så kallad deplacerande ventilation. Filtret sparar energi genom att det renar och syresätter luften inomhus utan att behöva ta in luft utifrån som måste värmas upp eller kylas ner och forslas runt i huset.

Vi förlitar oss till att de fakta och uppgifter levererade till oss av Levande Filter är korrekta. Dessa ligger till grund och utgör en betydande del av miljöbedömningen. Vi kartlägger den miljöpåverkan som relateras till det material som åtgår vid tillverkning och den energiåtgång som krävs för driften av filtret. I bedömningen ingår inte den miljöpåverkan som härrörs till, transporter, tillverkning/montering och underhållsintervaller av filtret.

I tabell ett beskrivs det material som ingår i ett Levande Filter av modellen för standardskåp. Uppgifterna bygger på uppskattade och med stöd av internet framräknade siffror som vi i dialog har fört med Levande Filter.

Tabell 1. visar material i Kilogram för ett Levande Filter. Standardskåp (1300x700x2100 mm)

Aluminium Jungfruligt 7,5 kg	Magnetventil 10W
Härdat glas 4 mm Emmaboda 63,5 kg	Elektronisk styrenhet
Säkerhetspegel 4 mm 15,4 kg	Transformator 0,35 kg
Fläktmotor	2 Vattendysa 0,3 kg
LED-belysning 2x12W 0,006 kg	Jordtråg rostfritt stål 3 kg
Jordfelsbrytare 1-fas	Lecakulor 27 kg

### 2.8 Life Cycle Assessment – Förenklad värdering av huvudprodukt, Jämförelse med konkurrenter

Den Life Cycle Assessment som utförts bygger på en förenklad metod som snabbt fasställer en översikt, värdering av den miljömässiga påverkan av en produkt under dess livscykel. Momenten i screeningen sträcker sig från vaggan till graven och inkluderar även extraktion av råvaror, tillverkningsprocess, användning och tillvaratagande vid produktens kvittblivning.

Vår mer övergripande omvärldsanalys indikerar att vi inte hittat någon produkt som är direkt jämförbar med Levande Filter varken för material eller funktion och som det direkt går att säga att produkten fyller samma funktion och löser samma problematik. Av den anledningen kan vi inte arbeta efter metodiken funktionell enhet. Utan vi väljer istället att söka efter jämlika produkter och områden där vi kan hitta jämförbara referensdata.

<sup>14</sup> Levande Filter

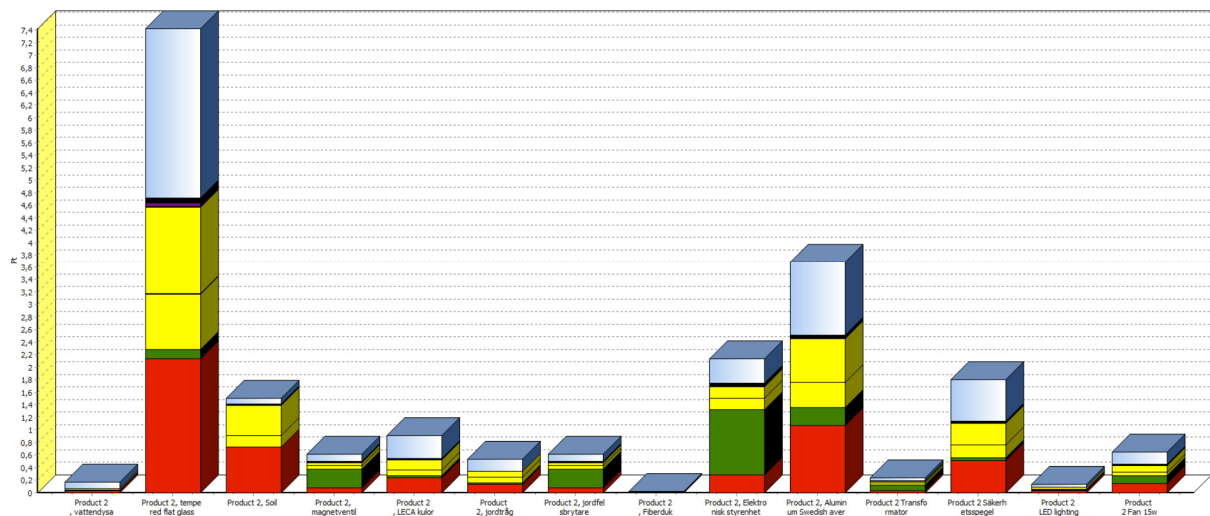
Begreppet funktionell enhet beskriver vilken nytta en produkt kan vara till och hjälper till att göra en rättvis jämförelse och avgränsning av två olika produktsystem<sup>15</sup>. Det betyder att man, istället för att utgå ifrån själva produkten, utgår från den funktionella nytta som uppnås genom att använda produkten. Exempelvis: *ytbehandling och underhåll av en yttervägg på 30 m<sup>2</sup> under 20 år*.

Life Cycle-screeningen för Levande Filter bygger på att filtret ställs i relation till data för en komplett referens ventilationsanläggning<sup>16</sup>. Referensanläggningen bygger på decentraliserad ventilation med en märkeffekt på 3,2 KW och ett luftflöde på 250m<sup>3</sup>/h. Anläggningen är dimensionerad för ett sexvåningshus med 130m<sup>2</sup> på varje plan eller en area på totalt 720 m<sup>2</sup>. Observera att denna Screening inte inkluderar referensanläggningens förbrukade energiåtgång under dess livscykel.

ReCiPe är en utvärderingsmetod som sammanfattar miljöbelastningen av 18 olika kategorier. Miljökategorierna för ReCiPe finns beskrivna i bilaga 1

### **ReCiPe tal i jämförelse Total miljöbelastning**

Det totala Resultatet för Levande Filter blir 20,5 poäng. Figur xx visar en jämförelse av ReCiPe-tal för de olika delarna i Levande Filtret utslaget på de olika miljöeffektkategorier. Resultatet indikerar att klimatförändring och användning av fossil energi har den signifikant miljöpåverkan.



Figur 1. Ger en indikation på en jämförelse av ReCiPe-poäng utslaget på olika miljöeffektkategorier för beståndsdelar i Levande Filter.

Den högsta stapeln nummer 2 ordningen representerar total miljöpåverkan för härdat glas med 7, 42 ReCiPe points. Den näst högsta Stapeln nr: 10 i ordningen representerar aluminium svenskt genomsnitt. Stapel nr: 9 visar elektronisk styrenhet som visar på en hög andel toxicitet för människan (grönt fält).

<sup>15</sup> <http://extra.ivf.se/lcae/LCA.htm>

<sup>16</sup>

[https://discover.amee.com/categories/Ecoinvent\\_ventilation\\_production\\_of\\_components\\_ventilation\\_equipment\\_GE\\_250\\_RH\\_at\\_plant\\_UPR\\_CH\\_unit](https://discover.amee.com/categories/Ecoinvent_ventilation_production_of_components_ventilation_equipment_GE_250_RH_at_plant_UPR_CH_unit)

I stapeln för härdat glas representerar kategorin klimatförändring knappt 50 procent vilket påverkar mänskliga aspekter och ekosystem (rött och övre gula fältet) Användning av Fossil resurs motsvarar den ljusblå toppen med 36 procent.

Genom att värma upp och snabbt kyla av glas gör att det uppstår tryckspänningar i ytan och dragspänningar i kärnan<sup>17</sup>. Detta ger glaset ökad styrka. Härdat glas är vanligt floatglas som upphettats till 650° och sedan hastigt kylts ned. Denna process gör glaset omkring fem gånger starkare än vanligt glas.

Tabell 2. Indikerar skillnaden i miljöpåverkan för tre kvaliteter av aluminium

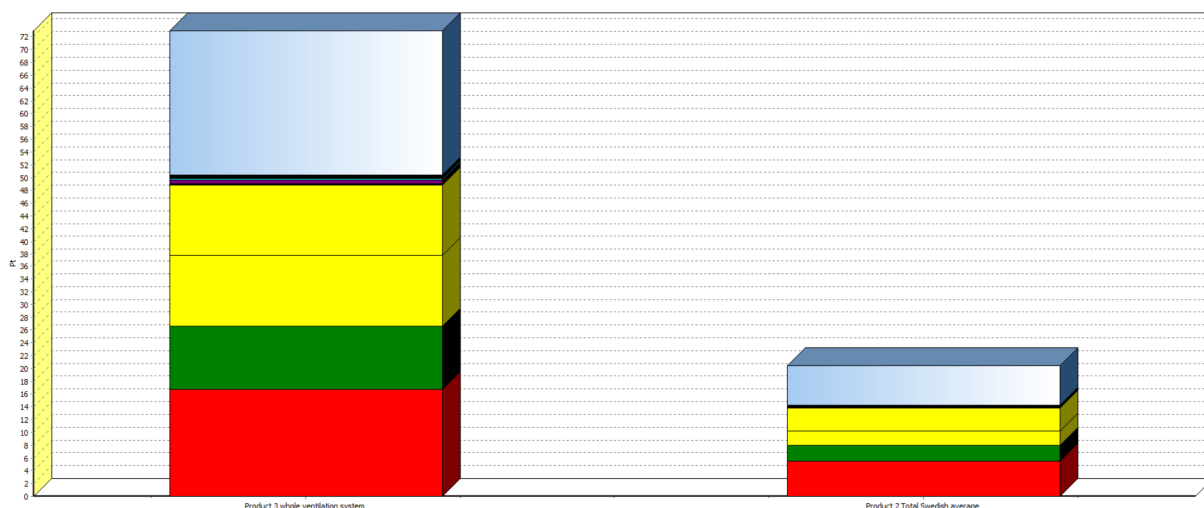
	Unit	Aluminum Swedish average	Virgin Aluminum Worst case	Recycled Aluminum best case
Total	Pt	3,69	8,25	0,46

Den aluminium som har lägst energi- och klimatpåverkan är återvunnen Aluminium (best case) med ReCiPe points på drygt 17 points.

Den aluminium som vi antar används i produkten och som Jegrelius valt som utgångsläge för LCA-screningen är virgin, jungfruligt aluminium vilket belastar 8,25 points mer jämfört med återvunnen aluminium alltså drygt 25 points.

Aluminium Svenskt Genomsnitt betyder ett ReCiPe-tal på drygt 20 points alltså 3,7 points mindre än jämfört med Virgin Aluminium (worst case).

Det krävs mycket mer energi för att framställa jungfruligt aluminium än det gör för återvunnet.

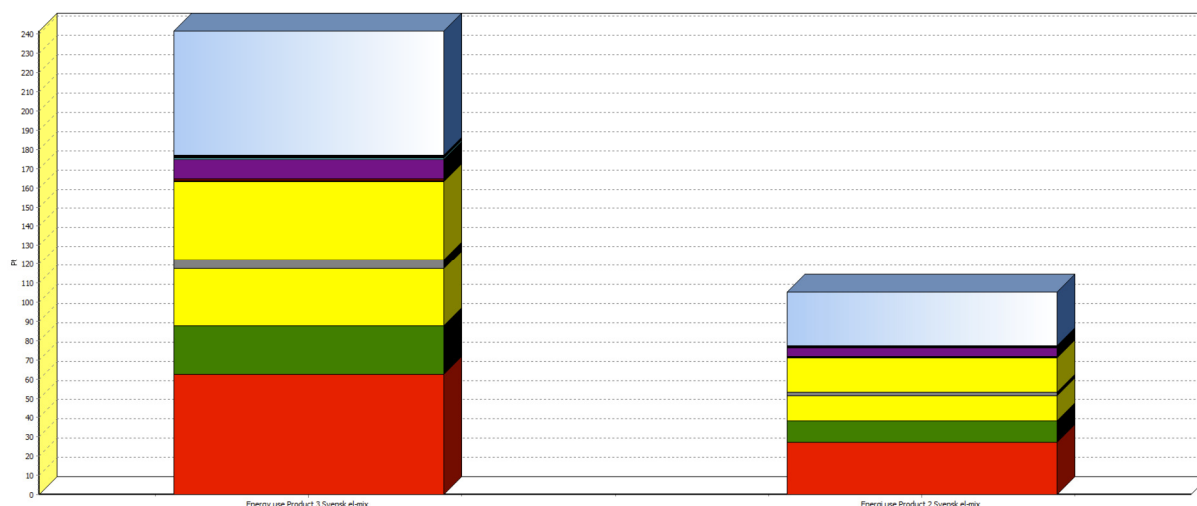


Figur 2. Ger en indikation om utfallet för materialets miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv i en jämförelse mellan Levande Filter och referensanläggning. **Levande Filter till höger.**

Figuren visar i vilka effektkategorier miljöpåverkan uppenbarar sig i.

För Levande Filter motsvarar kategorin klimatförändring vilken påverkar mänskliga aspekter och ekosystem med knappt 50 procent av totalen (rött och övre gult fält). Den ljusblå toppen motsvarar användning av fossil resurs med cirka en tredje del av total belastning.

Levande Filters totala belastning utgör drygt 20 ReCiPe points i förhållande till referensanläggningens 73 points.



Figur 3. Ger en indikation om energiåtgång för referensanläggningen och Levande Filter med generell Svensk Elmix uttryckt i ReCiPe points. **Levande Filter till höger.**

Diagrammet visar att totala miljöbelastningen av energiförbrukningen för Levande Filter i kategorin klimatförändring vilken påverkar mänskliga aspekter och ekosystem (rött och gult övre fält) är cirka 43 procent.

Levande Filters totala belastning utgör drygt 105 ReCiPe points i förhållande till referensanläggningens drygt 240 points.

Tabell 3. Ger en indikation på total miljöbelastning för Levande Filter, produkt 2 och referensanläggning, produkt 3 vid användande av tänkbara energikvaliteter som finns på marknaden. Svensk El-mix, European mix, Certifierad Hydro power, och Marginal EL Sverige.

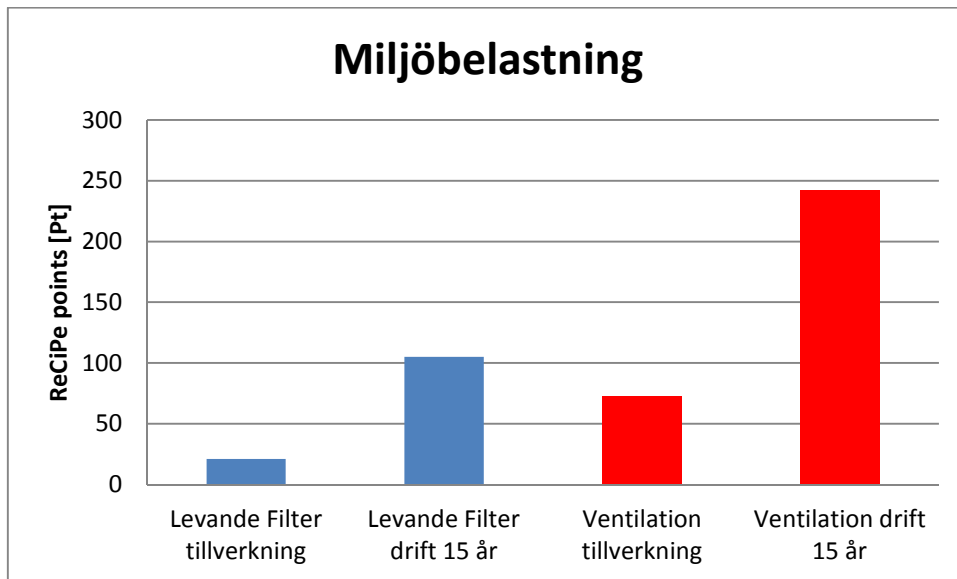
Impact category	Unit	Energy use Product 2 Swedish El-mix	Energy use Product 2 European mix	Energy use Product 2 Certified Hydro power	Energy use Product 2 Marginal EL Sweden	Energy use Product 3 Swedish El-mix	Energy use Product 3 European mix	Energy use Product 3 Certified hydro power	Energy use Product 3 Marginal EL Sweden
Total	Pt	105,34	542,16	6,16	529,70	241,65	1243,79	14,141	1215,20

I tabellen ser vi också att energikvaliteten Marginal EL Sverige ger en lägre total miljöpåverkan jämfört med European Mix.

Tabell 4. Antal kg CO<sup>2</sup> emissioner under komponenters livslängd

Härdat glas	78	Fläkt	5
Aluminium	39	Jordfelsbrytare	3
Planteringsjord	26	Magnetventil	3
Säkerhetspegel	19	Vattendysa	1
Elektronisk styrenhet	11	LED-belysning	1
Lecakulor	9	Transformator	1
Jordtråg	5	Fiberduk	0,1

Att köra en miljöklassad bil i cirka 800 kilometer motsvarar de emissioner på 78 kg CO<sup>2</sup> som härdat glas representerar. Den definitionen för miljöbil som använts är tjänstevikt 1500 kg, Utsläpp av CO<sub>2</sub> 95 gram per kilometer, bensin eller diesel<sup>18</sup>



Figur 4. Ger en indikation om energi- och klimatbelastning vid tillverkning och drift för Levande Filter och referensanläggning under 15 år.

Under Levande Filtrets livscykel räknat på 15 år förbrukas drygt 11 000 kWh El. För den referensanläggning som åsyftas i livscykelperspektivet har Jegrelius inga beräknade uppgifter på energiåtgång. Vi har istället gjort ett försök att beräkna energiåtgången under en femton år lång livscykel för en cirka 60 m<sup>2</sup> stor lokal med ett luftflöde på 360m<sup>3</sup>. Beräkningarna grundar sig på specifik fläkteffekt, konstant gångtid och indikerar en energiåtgång på cirka

<sup>18</sup> <http://www.trafikverket.se/Privat/Miljo-och-halsa/Dina-val-gor-skillnad/Att-valja-bil/Miljobilar---miljobilsdefinition-och-supermiljobilspremie/>



26 000 KWh. Att beräkna energiåtgång för en ventilationsanläggning är ett inte helt enkelt. I behovsstyrda ventilationssystem finns parametrar som påverkar anläggningens gångtid.

Den Energi-kvalitet som använts som referens vid screeningen för total belastning vid driftfasen för Levande Filter är Svensk El-mix vilket ger drygt 105 ReCiPe points. Detta i jämförelse med filtrets totala belastning vid tillverkning vilket ger drygt 20 points. Därmed kan vi direkt säga att det är i användningsfasen som störst energi- och klimatbelastning orsakas.

Ifall energikvaliteten Certifierad Hydro Power användas skulle det innebära att driftfasen skulle ge en total miljöbelastning på drygt 6 ReCiPe points. Det skulle innebära en total belastning för driftfasen understigande de drygt 20 points vid tillverkningsfasen. Om detta skulle vara fallet så blev tillverkningsfasen den mest belastande.

### *2.9 Traditionella, behovsstyrda, och hybrida ventilationssystem*

Självdrag är beteckningen på en systemlösning som helt eller delvis baseras på drivkraften på grund av densitetsskillnaden på luften inne och ute. Denna drivkraft varierar alltså med temperaturskillnaden ute och inne, vilket medför att även ventilationsluftflödet varierar. Självdrag kan även utnyttja tryckskillnader som uppstår på grund av vind för att driva ventilationsflödet<sup>19</sup>.

En god ventilationsanläggning måste anpassas till byggnaden för att den ska kunna leverera frisk luft för att vi ska må bra inomhus<sup>20</sup>. För anläggningen finns krav om tillräckligt god luftkvalitet och inomhusmiljö. Behovsstyrning bygger på att ventilationssystem förändras i förhållande till traditionell ventilation. Fläktarnas kapacitet att leverera olika luftflöden bygger på principen om elektronisk varvtalsreglering vilken ges signal av tryckgivare i systemet.

Hur ventilation ska konstrueras beror på vilken typ av byggnad och hur den ska användas. Skillnaderna på hur ett äldre par och en barnfamilj använder dusch och tvätt är avsevärda. Två viktiga funktioner för att hålla nere energiförbrukningen är behovsstyrning och värmeåtervinning. Behovsstyrning fungerar så att den levererar just den ventilation som behövs för stunden. Det innebär att luftflöden minskas när ingen vistas i lokalerna vilket sparar energikostnader. Enligt Svensk Ventilation som säger att det verkliga användandet av ventilation är mellan 25-60 procent lägre än vad en anläggning är konstruerad för. En annan fördel med behovsstyrd ventilation är att systemet arbetar under konstant tryck vilket resulterar till en mer effektiv och tyst anläggning tack vare att tryckfall undviks. Behovsstyrd ventilation kan kombineras med kylbafflar vilket innebär att inomhustemperaturen sänks genom att luften cirkulerar i en kyld vätska. Kylbafflar medger ett stabilt och komfortabelt klimat inomhus. Förutom att energi sparas så minskar även ljudnivå, mängden luftkanaler och effekten hos luftbehandlingsaggregatet.

Hybridventilation är ett begrepp som täcker systemlösningar i en övergång mot framtidens ventilationslösningar med lågt tryck. Hybriden består i kombination mellan självdrag och mekanisk ventilation, och skall utnyttja det bästa från båda systemen<sup>21</sup>. Ett hybridssystem ställer högre krav på reglering och styrning än traditionella system.

<sup>19</sup> [http://www.sp.se/sv/index/services/indoor\\_environment/ventilation/Sidor/default.aspx](http://www.sp.se/sv/index/services/indoor_environment/ventilation/Sidor/default.aspx)

<sup>20</sup> <http://www.svenskventilation.se/index.php3?use=publisher&id=1380>

<sup>21</sup> [http://www.sp.se/sv/index/services/indoor\\_environment/ventilation/Sidor/default.aspx](http://www.sp.se/sv/index/services/indoor_environment/ventilation/Sidor/default.aspx)

### 3. Miljöbedömning

#### 3.1 Hållbarhetsanalys

Ur arbetsmiljöaspekt åligger det arbetsgivaren enligt arbetsmiljöverkets författningssamling om kvarts AFS 1992:16 ett ansvar för verksamhet där kvarts eller kvartshaltigt material bearbetas. En luftkvalitetmätning är utförd på uppdrag av PEAB Asfalt AB med avseende på deras verksamhet i asfaltlaboratoriet. I detta fall klarade verksamheten gränsvärdena för kvarts både före och efter installationen av Levande Filter.

Ett naturligt luftfilter har installerats just för att verksamheten betyder en del damförekomst av kvartshaltigt material. Detta för att iaktta försiktighetsprincipen, försorgsprincipen vilken innebär att tillmäta okunskap och osäkerheten kring riskbedömningar som en risk i sig. Försiktighetsprincipen utgör en brygga mellan vetenskapliga bedömningar och beslutfattande så att inte brist på data och osäkerhet i bedömningar leder till stagnation av viktiga beslutsprocesser. Anställda på dessa företag kan drabbas av allvarliga problem i sina luftvägar om inte arbetsmiljön blir bättre<sup>22</sup>. Ytterst kan kvartsdammet leda till Silikos med ärrbildning inne i lungorna när kvartsdammet kapslas in i bindväv. Följderna blir andnöd och påfrestningar för hjärtat.

Om dammförebyggande åtgärder finns särskilda bestämmelser Arbetarskyddstyrelsens Kungörelse (AFS 1980:11). Dessa beskriver åtgärder mot luftföroreningar till förebyggande av ohälsa.

Vi kan se att den komplettering av befintliga ventilationssystem som ett Levande Filter oftast innebär utgör en ökad total miljöbelastning med cirka en tredjedel för material och tillverkning och cirka 50 procent ur energisynpunkt för driftfasen. Detta i jämförelse med att låta bli att komplettera en befintlig ventilationsanläggning och förbise den nytta som ett Levande Filter faktiskt gör, vilket också med hänvisning till framförallt de dokumenterade fakta, den positiva respons som återmatas från kunder och den luftkvalitetmätning som gjorts vid PEAB Asfalt AB. Det som talar för en hållbarhet kring Levande Filter är att filtret i sitt unikum hittar sin nisch där det kan verka och utvecklas vidare. Alltså hitta rätt typ av miljö, rätt typ av problematik som filtret löser.

---

1. <sup>22</sup>

[http://www.skane.se/Upload/Webbplatser/Labmedicin/Verksamhetsomr%c3%a5den/AMM/Bulletin/2012/Bulletin\\_2\\_2012.pdf](http://www.skane.se/Upload/Webbplatser/Labmedicin/Verksamhetsomr%c3%a5den/AMM/Bulletin/2012/Bulletin_2_2012.pdf)

*Det svenska genomsnittshuset 2009***Boyta:** 149 kvadratmeter**Total energianvändning:** 23 980 kilowattimmar per år**Hushållsel:** 6 000 kilowattimmar per år**Varmvatten:** 4 500 kilowattimmar per år**Uppvärmning:** 13 480 kilowattimmar per år

Figur 5. Total energianvändning för det svenska genomsnittshuset 2009.

Under Levande Filtrets livslängd räknat på 15 år förbrukas drygt 11 000 KWh El. Detta kan jämföras med total energianvändning för det Svenska genomsnittshuset under år 2009 vilket är knappt 24 000 KWh per år<sup>23</sup>

Fler aspekter som talar för en hållbarhet kring filtret

- Med tanke på att det inom EU finns förslag på att sänka det hygieniska gränsvärdet för kvarts från 0,1mg/m<sup>3</sup> till 0,05mg/m<sup>3</sup>. För USA en sänkning till 0,025mg/m<sup>3</sup>. Utsatta branscher och yrkeskategorier är förutom byggnadsarbetare andra yrkeskategorier på eller intill den drabbade arbetsplatsen<sup>24</sup>
- Vid PEAB Asfalt asfaltlaboratorium i Sundsvall har efter luftmätningar noterats en sänkning av halten kvarts och dimetylenklorid med nästan 50 procent trots att halten av bland annat kvarts redan innan installationen av Levande Filter låg under det hygieniska gränsvärdet (HGV). Halten koldioxid varierade mellan 800-950 PPM.
- Om hygieniska gränsvärden finns bestämmelser i Arbetarskyddstyrelsens Kungörelse (AFS 1990:13 med föreskrifter om hygieniska gränsvärden).
- Med tanke på luftkvaliteten i skolor bör halten koldioxid inte överstiga 1000 PPM vilket anses som något av ett riktvärde<sup>25</sup>
- Att vädra under pollenssäsongen kan dock ge problem för personer med allergi mot pollen<sup>26</sup> Ibland räcker det inte med att vädra eller införa kortare arbetspass. Då måste troligen ventilationen förbättras.
- En viss luftväxling behövs alltid i en lokal på grund av föroreningar från människor, byggnadsmaterial och liknande. Det är inte människans syrebehov som avgör ventilationens storlek utan mängden luftföroreningar, fukt och lukter. I vissa fall har även kraven på temperaturen betydelse.

<sup>23</sup> <http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/>

<sup>24</sup> <http://www.srsafety.se/Product.aspx>

<sup>25</sup> <http://www.folkhalsoguiden.se>

<sup>26</sup> <http://www.av.se/teman/skolan/risker/luft.aspx>

- Klagomål på torr luft under vintern försvinner i många fall om lufttemperaturen sänks med någon grad.
- Luftföroreningar påverkar människans andningsvägar, ögon, hud och inre organ. Luft inomhus kan innehålla flera hundra olika föroreningar. Vart tredje barn och var fjärde vuxen har någon form allergi eller annan överkänslighet men orsakerna till det är omdiskuterat<sup>27</sup>
- Halten av luftföroreningar på en arbetsplats ska vara låg för att inte ge besvär. För en del ämnen som hanteras inom industrin finns en direkt koppling till olika typer av ohälsa.
- Att filtret genom sitt unikum eventuellt i en mer nischad del av marknaden löser problematik kring Kvarts, Dimetylenklorid och andra förorenande partiklar som inte andra system fångar upp talar starkt för filtret ur ett hållbarhet och hälsoperspektiv. Detta måste ses som ett perspektiv som väger tyngre än den relativt låga miljöpåverkan som uppstår till följd av extraktion av råvaror, tillverkningsprocess av filtret och energiåtgång vid drift.
- Vid ett försök med Levande Filter vid Vaernes flygplats reducerar det biologiska filtret partiklar 5-25µm med 60 procent<sup>28</sup>. Mindre partiklar 0,3-1 µm reduceras i viss utsträckning. Filtret reducerar även metanal från den starkt förorenade rökavdelningen.



### 3.2 Kemikaliebedömning

Den brist på tillräcklig mängd data inför miljöbedömningen är den huvudsakliga anledningen till att bedömning av eventuella ingående kemikalier inte identifierats och analyserats i ventilationsfiltret.

Till vår kännedom har kommit att den använda jordbädd som är en ingående komponent för drift av filtret läggs direkt på fraktionen för kompost. Jordbädden byts ut efter ca fem år. I företagets marknadsföring beskrivs att partiklarna som fångas i filtret sköljs av från växterna och hamnar sedan i jordenbädden där mikrobiell verksamhet tar hand om partiklarna eller åtminstone en del av dem. Företaget är medvetet att verksamheten innebär att jorden eventuellt fortfarande innehåller substanser av miljöpåverkande karaktär vid tillfället för kompostering.

### 3.3 Samlad miljöbedömning

Den LCA-screening av material som är utförd visar att härdat glas och aluminium medför en stor miljöpåverkan. Screening visar att härdat glas har störst total miljöpåverkan av ingående komponenter i Levande Filtret. Näst störst miljöpåverkan ger jungfruligt aluminium en indikation om.

Analysen av LCA-screeningen indikerar att miljöpåverkan är störst vid driften av filtret med förutsättningar att energikvaliteten Svensk El-mix används. Skulle brukaren av filtret välja en alternativ energikvalitet kan bilden naturligtvis förändras om var miljöpåverkan är störst. Vid

<sup>27</sup> <http://www.av.se/teman/ventilation/>

<sup>28</sup> Thofeldt, L., & Östlund B. (1996). Försök med Levande Filter vid Vaernes flygplats Stjørdal, Norge. (Rapport 1996:14). Mithögskolan, Mid Sweden University, Institutionen för Ekoteknik.

nyttjande av Certifierad Hydro Power skulle antagligen filtrets miljöpåverkan vara störst i tillverkningsfasen.

Den huvudsakliga miljövinsten som generas med Levande Filter är mänskliga värden. Ren luft till stor del fri från diverse farliga partiklar är en förutsättning för att vi ska kunna fungera i vardagen både i hemmet men framför allt vid arbetsplatser.

Att det Levande Filtret håller vad som utlovas i marknadsföringen om att filtret bidrar till en frisk, fräsch inomhusmiljö bekräftas till viss del genom den telefonkontakt jag haft med kunder till Levande Filter. Dessa har själv bekräftat att det speciellt märks en fräschör i luften när de anländer till arbetet på morgonkvisten. Övriga värden jag snappat upp under arbetet är att Levande Filter förutom att rena inomhusluft också skapar ett behagligt klimat med tanke på luftfuktighet och att filtret uppfattas leverera ett visst estetiskt värde.

Svenska Konstruktions Industrins Organisation för Arbetsmiljö, Arbetsgruppen hälsa och säkerhet (Bygghälsan) har sedan 1968 samordnat alla aktiviteter om kring frågor rörande hälsa i yrkeslivet Svenska byggnadsarbetare<sup>29</sup>. På senare tid har ett ökat antal studier visat att ambient exposure för partikulär luftförorening är en riskfaktor för hjärt- och kärlsjukdomar. Huruvida yrkesrelaterad exponering ökar risken för detta är inte klarlagd.

En studie har gjorts vid departementen för yrkes och miljörelaterad medicin vid Universiteten i Göteborg, Sundsvall, och Departementet för klinisk medicin och publik hälsa vid Umeå Universitet. Utgångsläget för denna studie var att undersöka huruvida yrkesrelaterad exponering för partikulär luftförorening ökar risken för Ischemisk hjärtsjukdom och cerebrovaskulär sjukdom. Resultatet av studien ger starkt stöd till hypotesen att exponering för partikulär luftförorening ökar risken för att avlida i Ischemisk hjärtsjukdom, inte bara när exponeringen är miljörelaterad utan även vid yrkesrelaterad exponering.

---

<sup>29</sup> <http://oem.bmj.com/content/64/8/515.full.pdf+html>

#### 4. Slutsats, diskussion och rekommendationer

Vår bedömning är att Levande Filter fortfarande är ett komplement till befintliga ventilationsanläggningar i Sverige. Vi har uppfattat att mervärdet av vad ett Levande Filter kan leverera jämfört med konventionell ventilation är främst de upplevda kvalitetsfördelar som ett biologiskt filter kan erbjuda. Fördelarna är främst att luften känns allmänt fräsch, syrerik, tilltalande och välgörande för mänskliga organ som hud och slemhinnor.

Människor tillbringar huvuddelen av sina liv inomhus. Av den anledningen har inomhusmiljön stor betydelse för människors hälsa. Som tidigare nämnts så upplevs framförallt positiva välbefinnande aspekter. Den renade luften känns fräsch och syrerik och bara tanken av att det är levande gröna växter som hjälper till att skapa ett bra inomhusklimat har vi förstått ses som ett halvt erkännande för produkten. Det bör också tilläggas att det är ingenting som talar emot att filtret även sörjer för förebyggande och upprätthållande av hälsoaspekter. Dessutom är det ett mycket tyst ventilationssystem tack vare förhållandevis små effekter på fläktmotorer och att det inte bygger på rörsystem vilka vanligtvis har låga reduktionstal och av den anledningen blir goda kanaler där ljud fortplantar sig<sup>30</sup>.

Hela ide'n och undertonen med ett Levande Filter bygger på att den ordinarie ventilationen har brister och således behöver kompletteras. Detta betyder att extra resurser, material, emissioner tillskrivs det ständiga materiella kretsloppet i samhället. Detta bör ses som en ökad miljöpåverkan. Konkret borde vi kunna säga att alla sorters komplettering är en efterkonstruktion för att försöka nå förväntade resultat. Ett lysande exempel är de extraljus till fordon som finns tillgängligt på eftermarknaden! Hur mycket extraljus skulle behöva produceras om biltillverkarna redan från början konstruerade strålkastare som kunden ej ens reflekterar om att ljusutbytet kunde förbättras.

Att Jegrelius i miljöbedömningen har ställt Levande Filter i relation till data för en ordinarie ventilationsanläggning bör ses utifrån ett perspektiv att vi ser på Levande Filter som ett komplement till dessa men att det antagligen finns en potential att reducera kapaciteten i ordinarie anläggningar. Att beräkna energiåtgången för en konventionell ventilationsanläggning är inte helt okomplicerat. Speciellt med tanke på att ventilationsanläggningar i dagsläget ofta konstrueras och byggs utifrån aspekten behovsstyrd ventilation. Det är flera faktorer som avgör hur lång gångtid en anläggning har per år<sup>31</sup>. Av den anledningen bör vi se på den energiförbrukning för referensanläggning som tidigare angivits i rapporten som ett värde vilket mer indikerar en estimerad energiåtgång under bestämd livscykel.

Frågan vi kan ställa oss är, om eller när och hur filtret kan öka potentialen för att i en viss utsträckning betyda ett substitut, eller betyda en starkare konkurrens till ett ordinarie ventilationssystem.

---

<sup>30</sup> [http://www.ljudlandskap.acoustics.nu/ljudbok.php?del=nyfikna&kapitel=kapitel\\_10&rubrik=rubrikj4\\_1](http://www.ljudlandskap.acoustics.nu/ljudbok.php?del=nyfikna&kapitel=kapitel_10&rubrik=rubrikj4_1)

<sup>31</sup> <http://www.niwentec.se/>

För andra marknader vid mer sydliga bredgrader kanske kopplingen till att öka filtrets potential kan ses som mer naturlig och rationell. För exempel skulle Levande Filter kunna vara ett komplement till de luftkonditioneringsanläggningar som går för fullt i sydliga bredgrader? Detta med tanke på att filtret sänker temperaturen någon grad på den renade luften när växterna duschas av.

För att motivera och underbygga hållbarhetsaspekter kring filtret bör resurser satsas på att inventera och definiera miljöer där filtrets eventuella specifika nisch och potential tydliggörs.

Att filtret för att ytterligare minska sin miljöpåverkan för material i tillverkningsfasen kanske ett alternativ till det härdade glaset (störst miljöpåverkan) kunde sökas. Frågan är om det är möjligt att byta ut det härdade glaset? Med tanke på att det oftast handlar om offentliga miljöer så kanske ett starkare glas krävs ur säkerhetssynpunkt.

Det material som hade näst störst miljöbelastning var aluminium. Aluminium i det här fallet som konstruktionsmaterial för den stomme som kabinettet bygger på är ändå ett bra val av material. Aluminium är lätt och är därför lämpligt att på plats bygga större filterkonstruktioner med. Materialet innebär också en motståndskraft mot fuktiga och korrosionsbenägna miljöer. Aluminiumet är synligt och inte inblandat i annat material. Kabinettets konstruktion är enkel och det bör inte vara någon som helst svårighet att urskilja och återanvända aluminiumet vid slutet av produktens livscykel. Är ambitionen att produkten dessutom projekteras med redan återvunnen aluminium minskar klimat och energi belastningen ytterligare. Om inte produktens funktionella egenskaper, eller andra vitala parametrar skulle påverka produktkonceptet negativt kan en substitution av aluminiumet ske.

Vid industrier, byggarbetsplatser och andra miljöer utsatta av nedsmutsad luft från ohälsosamma partiklar exempelvis kvarts kan Jegrelius se att en komplettering med ett Levande Filter till ordinarie ventilation direkt skulle göra nytta främst ur ett hälsoperspektiv. Förutom att Levande Filtret skulle kunna ses som ett mycket bra komplement till en stationär konventionell ventilationsanläggning skulle en mobil variant för att till exempel användas temporärt vid färdigställande av byggnadsarbeten vara försvarbar.

Gemensamt för lungsjukdomar som KOL och Silikos är att det normalt tar lång tid att utveckla sjukdomarna<sup>32</sup> och att de tyvärr är kroniska. Dessa sjukdomar är kopplade till risk som inte är lika uppenbar som olycksfall. Detta medför också att insikten om behov och åtgärder inte är lika tydlig och självklar. Just den långa inkubationstiden för dessa luftvägsrelaterade sjukdomar anser vi vara något av de starkaste argumenten kring hållbarhetsresonemanget för Levande Filter. För att klargöra argumentet tydligare anser vi att filtrets konstruktion är enkel. Av den anledningen törs vi påstå att lösningen/modellen medger en relativt snabb och kostnadseffektiv etablering i miljöer där behov upptäckts att evakuera hälsoskadliga luftburna partiklar och föroreningar. Vid skolor och andra offentliga ytor där det är stor omsättning på människor anser vi att det biologiska filtret kan bidra med en rad fördelar ur både ett välbefinnande perspektiv och ett hälsoperspektiv. Där en bygg- eller en renoveringsprocess medgivit ett tätt skal som är någorlunda tempererat för att klara växter vid liv skulle en modul utvecklad för snabb och enkel montering och drifttagning utgöra en möjlighet till att bredda marknaden för produkten.

---

<sup>32</sup> <http://www.ivl.se/download/18.7df4c4e812d2da6a416800071991/B1794.pdf>

Olika luftvägssymtom, astma och så kallade "sjuka hus-symtom" (SBS, Sick Building Syndrome) såsom trötthet, huvudvärk och/eller irritation från hud och slemhinnor är exempel på besvär och symtom. Känsliga grupper utgörs av personer med astma, allergi och annan överkänslighet. Det skulle vara intressant att hitta referenser som beskriver vad cancer, KOL, eller lungsjukdom kostar i dels rena samhällsutgifter eller koldioxidutsläpp per individ under exempelvis ett år. Detta skulle då bli intressant att kunna sättas i proportion till ett kostnads-vinst perspektiv för Levande Filtret.

Så här skriver Hultkrantz och Svensson i artikeln "Värdet av liv"<sup>33</sup> *För att kunna genomföra samhällsekonomiska analyser av säkerhetshöjande åtgärder krävs att räddade liv förses med en prislapp.*

I termen av ekonomiska aspekter har vi inte själva haft möjlighet att göra adekvata beräkningar. Kanske är det befogat att i ett utvecklingsarbete gå vidare och göra en kostnads-vinst beräkning, en Energy Return On Investment i marknadsföringssyfte.

Men även estetiska värden talar för filtret. För att filtret ska behålla sitt värde ur estetisk synpunkt så bör underhåll och rengöring kunna utföras på ett enkelt och rationellt sätt. Ifall härdat glas skulle bytas ut mot ett material exempelvis någon plastkvalitet vilket antagligen har en mindre hård yta och med fler små ojämnheter så kanske den rengöringsprocess som krävs försvåras och ger upphov till oönskade torkrosor, polishrosor märkbart synligt på glaset. Rengöringsprocessen antas inom en betydligt mer överskådlig framtid tillfoga ytan representerad av plast en mängd små repor som då försvåras rengöring och därmed också förlorar i estetiskt värde.

Eventuellt skulle plastglas i kabinettet kunna innebära att partiklar och damm attraheras till glasytan av plast på grund av statisk elektricitet. Detta kan nog innebära att det biologiska filtrets estetiska värde minskar något.

För en mer siffermässig och vetenskapligt säker hållbarhetsanalys efterlyses fler fältstudier av filtret.

---

<sup>33</sup> <http://www2.ne.su.se/ed/pdf/36-2-lhms.pdf>



***Bilaga 1*****Classification, weighting and characterization**

Summary of all environmental impacts evaluated with ReCiPe methodology.

There are several valid methodologies available to calculate, estimate and grade one environmental impact with another. The process of doing this is called weighting.

ReCiPe LCIA Methodology was chosen for weighting of the overall environmental impact. It is the most recently updated the most comprehensive and best adapted to the environmental effects that are relevant in the area.

The primary objective of the ReCiPe method is to transform the long list of inventory results, into a limited number of indicator scores. These indicator scores express the relative severity on an environmental impact category.

ReCiPe arranges inventory results in 18 different categories. These categories can be seen in the table below. In the end all the categories is weighted to give an overall estimation on how serious the environmental impact is of the analyzed life cycle.

The unit of ReCiPe is Endpoints.

<b>Impact category name</b>	<b>Indicator name</b>	<b>Unit</b>
Climate change CC	infra-red radiative forcing	kg (CO <sub>2</sub> to air)
Ozone depletion OD	stratospheric ozone concentration	kg (CFC-115 to air)
Terrestrial acidification TA	base saturation	kg (SO <sub>2</sub> to air)
Freshwater eutrophication FE	phosphorus concentration	kg (P to freshwater)
Marine eutrophication ME	nitrogen concentration	kg (N to freshwater)
Human toxicity HT	hazard-weighted dose	kg (14DCB to urban air)
Photochemical oxidant formation POF	Photochemical ozone concentration	kg (NMVOC <sub>6</sub> to air)
Particulate matter formation PMF	PM <sub>10</sub> intake	kg (PM <sub>10</sub> to air)
Terrestrial ecotoxicity TET	hazard-weighted concentration	kg (14DCB to industrial soil)
Freshwater ecotoxicity FET	hazard-weighted concentration	kg (14DCB to freshwater)
Marine ecotoxicity MET	hazard-weighted concentration	kg (14-DCB <sub>7</sub> to marine water)
Ionising radiation IR	absorbed dose	kg (U <sub>235</sub> to air)
Agricultural land occupation ALO	Occupation	m <sup>2</sup> ×yr (agricultural land)
Urban land occupation ULO	Occupation	m <sup>2</sup> ×yr (urban land)
Natural land transformation NLT	Transformation	m <sup>2</sup> (natural land)
Water depletion WD	amount of water	m <sup>3</sup> (water)
Mineral resource depletion MRD	grade decrease	kg (Fe)
Fossil resource depletion FD	upper heating value	kg (oil)

**Table, Impact category name with connecting unit in ReCiPe from Fel! Hittar inte referenskölla..**

At the endpoint level, most of these midpoint impact categories are further converted and aggregated into the following three endpoint categories:

1. Damage to human health (HH)
2. Damage to ecosystem diversity (ED)
3. Damage to resource availability (RA)

A summary of the 18 environmental effect categories in ReCiPe:

Climate change: Climate change causes a number of environmental mechanisms that affect both the endpoint human health and ecosystem health. Climate change models are in general developed to assess the future environmental impact of different policy scenarios. For ReCiPe 2008, we are interested in the marginal effect of adding a relatively small amount of CO<sub>2</sub> or other greenhouse gasses, and not the impact of all emissions.

Ozone layer: The characterization factor for ozone layer depletion accounts for the destruction of the stratospheric ozone layer by anthropogenic emissions of ozone depleting substances (ODS). These are recalcitrant chemicals that contain chlorine or bromine atoms. Because of their long atmospheric lifetime they are the source of Cl and Br reaching the stratosphere. Chlorine atoms in chlorofluorocarbons (CFC) and bromine atoms in halons are effective in degrading ozone due to heterogeneous catalysis, which leads to a slow depletion of stratospheric ozone around the globe.

Acidification: Atmospheric deposition of inorganic substances, such as sulfates, nitrates, and phosphates, cause a change in acidity in the soil. For almost all plant species there is a clearly defined optimum of acidity. A serious deviation from this optimum is harmful for that specific kind of species and is referred to as acidification. As a result, changes in levels of acidity will cause shifts in species occurrence (Goedkoop and Spriensma, 1999, Hayashi et al. 2004). Major acidifying emissions are NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, and SO<sub>2</sub>

Eutrophication: Aquatic eutrophication can be defined as nutrient enrichment of the aquatic environment. Eutrophication in inland waters as a result of human activities is one of the major factors that determine its ecological quality. On the European continent it generally ranks higher in severity of water pollution than the emission of toxic substances. Aquatic eutrophication can be caused by emissions to air, water and soil. In practice the relevant substances include phosphorus and nitrogen compounds emitted to water and soil as well as ammonia (NH<sub>3</sub>) and nitrogen oxide (NO<sub>x</sub>) emitted to air.

Toxicity: The characterization factor of human toxicity and ecotoxicity accounts for the environmental persistence (fate) and accumulation in the human food chain (exposure), and toxicity (effect) of a chemical. Fate and exposure factors can be calculated by means of 'evaluative' multimedia fate and exposure models, while effect factors can be derived from toxicity data on human beings and laboratory animals (Hertwich et al., 1998; Huijbregts et al., 2000).

Particulate matter formation: Fine Particulate Matter with a diameter of less than 10 µm (PM<sub>10</sub>) represents a complex mixture of organic and inorganic substances. PM<sub>10</sub> causes health problems as it reaches the upper part of the airways and lungs when inhaled. Secondary PM<sub>10</sub> aerosols are formed in air from emissions of sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), ammonia (NH<sub>3</sub>), and nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) among others (World Health Organization, 2003). Inhalation of different particulate sizes can cause different health problems.

Land occupation: The land use impact category reflects the damage to ecosystems due to the effects of occupation and transformation of land. Although there are many links between the way land is used and the loss of biodiversity, this category concentrates on the following mechanisms:

1. Occupation of a certain area of land during a certain time;
2. Transformation of a certain area of land.

Both mechanisms can be combined, often occupation follows a transformation, but often occupation occurs in an area that has already been converted (transformed). In such cases the transformation impact is not allocated to the production system that occupies an area.

Ionizing radiation: This describes the damage to Human Health related to the routine releases of radioactive material to the environment.

Water depletion: Water is a scarce resource in many parts of the world, but also a very abundant resource in other parts of the world. Unlike other resources there is no global market that ensures a global distribution. The market does not really work over big distances as transport costs are too high. Extracting water in a dry area can cause very significant damages to ecosystems and human health.

Fossil depletion: The term fossil fuel refers to a group of resources that contain hydrocarbons. The group ranges from volatile materials (like methane), to liquid petrol, to non-volatile materials (like coal).

There is a highly politicized debate on the availability of conventional (liquid) oil, and this makes it difficult to obtain reliable unbiased data. The spectrum of views ranges from the Peak-oil movement ([www.aspo.org](http://www.aspo.org) or [peak-oil.com](http://peak-oil.com)) to international organizations like the International Energy Agency (IEA), or commercial organizations like the Cambridge Energy Research Agency (CERA). Therefore it is hard to determine the seriousness of the depletion of oil, and which model to use, for this category the IEA model is used.

