



# CHALMERS

---

## **Beräkning av miljövinster vid torkning av fuktskada**

Examensarbete inom Maskiningenjörsprogrammet

CHRISTOFFER MOHAJER  
SHIVAN RASHID



# **Beräkning av miljövinster vid torkning av fuktskada**

CHRISTOFFER MOHAJER  
SHIVAN RASHID

Institutionen för Energi och Miljö  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2014

Beräkning av miljövinster vid torkning av fuktskada  
CHRISTOFFER MOHAJER & SHIVAN RASHID

© CHRISTOFFER MOHAJER & SHIVAN RASHID, 2014.

Department of Energy and Environment, Division of Environmental Systems Analysis  
Chalmers University of Technology  
SE-412 96 Göteborg  
Sweden

Göteborg, Sweden, 2014

# Förord

Följande rapport är vårt examensarbete på maskiningenjörsprogrammet och består av 15 högskolepoäng och är skriven på Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg. Vi som har skrivit den har gått inriktningen Teknisk utveckling och rapporten är skriven på institutionen för Energi och miljö. Arbetet har utförts av Christoffer Mohajer och Shivan Rashid under tio veckors tid och är det avslutande momentet av 180 högskolepoäng.

Vi vill passa på att tacka flera personer och börja med Ulrika Palme som dels tog sig tid att handleda oss när ingen annan hade tid och dels har handlett oss på ett tryggt sätt med många möten och agerat bollplank när det har behövts. Även tack till Philip Bayati på EBE Torkteknik AB som har haft tålamod med våra ringa kunskaper inom byggbranschen och gett oss den teoretiska kunskapen som har behövts. Ett sista tack till Miljöbron och Christin Carlsson på Miljöbron som, trots att vi var maskiningenjörer, trodde på oss genom att tilldela oss det här examensarbetet.

*Christoffer Mohajer och Shivan Rashid*  
*Göteborg 2014-06-03*

# Sammanfattning

När en vägg drabbas av en fuktskada, finns det två alternativ att åtgärda problemet. Antingen torkas väggen eller så river man den och bygger om. Att torka en fuktskada är en effektivare och mer resurssparande metod än och riva och sedan bygga om. En studie har gjorts på Angeredsgymnasiet, där ett flertal väggar har drabbats av fuktskada. Projektets syfte har varit att utreda hur två olika tillvägagångssätt vid neutralisering av denna skada påverkar miljön, främst genom att analysera koldioxidutsläpp. Det första alternativet bestod av torkning av väggarna, och det andra alternativet var att riva delar av väggen och ersätta det med nytt material. Under projektets gång har material som gips och stenull (isolering) analyserats, som ersätter det gamla materialet vid rivning och ombyggnad. Detta har gjorts med hjälp av två olika miljövarudeklarationer, för att kunna kartlägga och beräkna miljöutsläppen på de två olika materialen ur ett livscykelperspektiv. Viktiga avgränsningar i projektet var att bortse från de ekonomiska aspekterna, och bara fokusera på drift av maskiner samt analysera miljövarudeklarationer. I beräkningarna framkom det att torkning av väggarna gav ett utsläpp på 5635 kg CO<sub>2</sub> och att riva och bygga nytt skulle teoretiskt släppa ut 5819 kg CO<sub>2</sub>. Slutsatser man kan dra av detta är alltså att det släpper ut mindre koldioxid att torka en fuktskada, samtidigt undviker man stora utsläpp av svaveldioxid vilket bidrar till förurning samt dematerialisering som är viktigt för en hållbar utveckling. Man bidrar också till dematerialisering, det vill säga bidrar till att resurser istället kan användas vid ett senare tillfälle. En avgörande faktor för resultaten var nordisk elmix, som visade höga koldioxidutsläpp per kilowattimme. Detta beror på att Norden importerar el från övriga Europa, då det är billigare och detta medför att mycket av den importerade elen är från fossila bränslen. Har kunden däremot grön el, det vill säga från till exempel vindkraft, blir koldioxidutsläppen betydligt mindre.

Sökord: livscykelanalys, torkning av väggar, koldioxidutsläpp, gips, isolering

# Summary

When a wall is damaged by moist, there are two solutions to the problem. Either the wall is dried or it is torn down and then rebuilt. To dry a wall is a more efficient and more resource saving method than to tear the wall down and rebuild it. A study has been made at a school called Angeredsgymnasiet, where a number of walls have been moist damaged. The purpose of the project was to examine how two different approaches in neutralizing this damage affect the environment, primarily the emissions of carbon dioxide. The first alternative was to dry the walls and the second to tear parts of the wall down and replace it with new material. In the project materials as gypsum and rockwool have been analyzed, which would replace the old material. This has been made with help from Environmental Product Declarations (EPDs), to be able to map and calculate the environmental impact from both of the materials during their entire life cycle. Important limitations were to ignore the economic factors, to focus on the operation of the machines used to dry the wall and to analyze the EPDs. The calculations showed that drying the wall would release 5635 kg CO<sub>2</sub> and tearing including replacing with new material would theoretically emit 5819 kg CO<sub>2</sub>. Conclusions that could be made from this were that drying a wall contributes to a lower emission of carbon dioxide while also avoiding emission of sulphur which contributes to acidification and dematerialization that is important for sustainable development. Drying the wall also contributes to dematerialization, saving of resources that can be used at a later time. A decisive factor for the result was the mix of Nordic electricity, which showed a high value of carbon dioxide emissions per kilowatt hour. This depends on a Nordic import from other countries, because of a lower price, where a big part of the electricity origins from fossil fuels. If the customer on the other hand uses electricity from for example wind power, the emissions will sink dramatically.

# Innehållsförteckning

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Förord .....                                                   | 2  |
| Sammanfattning .....                                           | 5  |
| Summary .....                                                  | 6  |
| 1. Inledning .....                                             | 9  |
| 1.1 Syfte .....                                                | 9  |
| 1.2 Avgränsningar .....                                        | 9  |
| 1.3 Precisering av frågeställningen .....                      | 9  |
| 2. Bakgrund .....                                              | 11 |
| 2.1 Miljöpåverkan .....                                        | 11 |
| 3. Teknisk beskrivning .....                                   | 14 |
| 3.1 EBE Torkteknik - arbetsmetod .....                         | 14 |
| 3.2 Kortfattat om gips .....                                   | 17 |
| 3.3 Kortfattat om isolering .....                              | 17 |
| 4. Metod .....                                                 | 19 |
| 4.1 Datainsamling .....                                        | 19 |
| 4.2 Databaser och sökord .....                                 | 19 |
| 4.3 Litteraturstudier .....                                    | 19 |
| 4.4 Livscykelanalys .....                                      | 19 |
| 4.5 RDAP-skalan .....                                          | 20 |
| 4.6 Besök av arbetsplats .....                                 | 20 |
| 5. Beräkning av EBE Torktekniks utsläpp .....                  | 22 |
| 6. Beräkning av utsläpp vid rivning och ombyggnad .....        | 23 |
| 6.1 Livscykelanalys av gips .....                              | 23 |
| 6.2 Livscykelanalys av isolering .....                         | 26 |
| 6.3 Sammanställning av utsläpp vid rivning och ombyggnad ..... | 28 |
| 7. Jämförande analys .....                                     | 30 |
| 7.1. RDAP-skalan .....                                         | 30 |
| 8. Diskussion .....                                            | 31 |
| 8.1 Reflektioner .....                                         | 31 |
| 8.2 Loggbok .....                                              | 32 |
| Slutsatser .....                                               | 34 |
| Referenser .....                                               | 35 |
| Artiklar: .....                                                | 35 |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Böcker:.....                                        | 35 |
| Internet:.....                                      | 35 |
| Bilagor.....                                        | 37 |
| Bilaga 1. Rapport EBE Torkteknik .....              | 37 |
| Bilaga 2. Specifikation EBE Torkteknik .....        | 41 |
| Bilaga 3. Miljövarudeklaration (EPD) Gyproc .....   | 42 |
| Bilaga 4. Miljövarudeklaration (EPD) Rockwool ..... | 47 |

# 1. Inledning

I takt med den industriella revolutionen som startade under 1700-talet, den starkt växande befolkningen och en allt högre materiell standard har också miljöproblemen ökat. Alla varor och tjänster som har producerats och konsumerats har inneburit ökade flöden av material och energi vilket i sin tur har lett till miljöpåverkan på ett eller annat sätt. En grupp forskare har tillsammans identifierat nio viktiga planetära biofysiska gränsvärden, så kallade "planetary boundaries" (Rockström et al 2009). En överstigning av dessa värden bidrar till att utvecklingen går åt fel håll och blomstringen uteblir.

Dematerialisering är ett viktigt begrepp, som går ut på att minska materialflöden genom att använda sig av en mindre mängd material. Genom att använda sig av dematerialisering behöver inte lika stor mängd naturresurser utvinna och miljöpåverkan blir som en följd av detta mindre. Idag är det dessutom viktigt för företag att visa att de inte belastar miljön på något sätt utan stort fokus läggs på att ha en miljöpolicy som gör att konsumenter känner sig trygga när de köper ett företags varor eller tjänster. I byggsektorn läggs stort fokus på att välja rätt material och se till så att de både möter miljökraven samt klarar av nordiska förhållanden. Därtill har miljövarudeklarationer skärpts till och blivit mer utförliga för att företagen ska veta vad deras produkter har för belastning på miljön i ett livscykelperspektiv.

En studie har gjorts hos ett entreprenadföretag som handskas med olika typer av vatten- och fuktskador som uppkommer i tak, golv och väggar i alla olika typer av byggnader. Utnyttjande av deras tjänst bidrar till dematerialisering då material kan besparas genom att inte bygga om fuktskadade delar av en byggnad. Företaget säger sig vara miljömedvetet, det vill säga är måna om att vara så energieffektiva och materialbesparande som möjligt. Som ett led i detta har de redan miljödiplomerats, men nu vill man gå ett steg längre och kunna redovisa siffror på den miljöbesparing som uppnås med hjälp av vald arbetsteknik. Detta för att gentemot kunden kunna visa på de marknadsmässiga fördelarna genom att visa upp att man erbjuder ett miljövänligare alternativ än att riva och bygga nytt.

## 1.1 Syfte

Företagets affärsidé är att det är mer resurseffektivt och miljövänligt att sanera och torka än att riva och bygga nytt när vatten- och fuktskador inträffar, men man behöver få detta bekräftat. Syftet är att göra en jämförande kvantitativ analys av eventuella miljövinster för att kunna visa upp sådana svart på vitt. Företaget vill även använda så energieffektiv teknik som möjligt för att minimera sina utsläpp. Skulle beräkningarna av företagets miljöpåverkan visa att man trots allt genererar ett överskott av sina utsläpp, vill man ha en handlingsplan för hur man bäst kan kompensera för detta.

## 1.2 Avgränsningar

Beräkningarna kommer i företagets fall endast att behandla drift av maskiner (inklusive transporter och resor till och från kunden). I rivnings- och ombyggnadsfallet kommer beräkningarna att grunda sig på miljövarudeklarationer för väggmaterialen som används, vilka inkluderar drift av maskiner, framställning av material och transporter. Det som kommer att studeras är gipsväggar innehållande regler av trä och mineralull som isoleringsmaterial. Ekonomiska aspekter kommer inte att utredas.

## 1.3 Precisering av frågeställningen

1. Är det mer miljövänligt att sanera och torka än att riva och bygga nytt i ett livscykelperspektiv?
2. Hur påverkas livslängd och hållbarhet av ett material efter sanering?

3. Vad krävs av företaget för att bli det mest miljövänliga alternativet, jämfört med att behöva riva och bygga nytt, om de inte redan är det?

## 2. Bakgrund

### 2.1 Miljöpåverkan

När det gäller miljöpåverkan, är det främst koldioxidutsläpp och försurning av mark och vatten som är det viktigaste i detta projekt.

Förbränning av fossila bränslen har de senaste 100 åren påverkat miljön till mycket stor del. Vid bland annat tillverkningsprocesser och transporter, bland annat inom byggsektorn, släpps det ut stora mängder koldioxid. Vid större byggprojekt används mycket stora maskiner med höga utsläppshalter varvid belastningen på miljön blir mycket stor. Det finns ett samband mellan miljön och byggsektorn, eftersom i Västeuropa står byggsektorn för 8-12 % av det totala koldioxidutsläppet när det gäller produktion av material som senare används till byggkonstruktioner, inklusive transporter och andra aktiviteter (Nässén et al 2007). Koldioxid är en av flera växthusgaser som existerar i atmosfären runt jordklotet och fångar upp en del av den utgående värmestrålningen och sedan reflekterar tillbaka den mot jordytan. De olika gaserna har också olika egenskaper och olika förmåga att fånga in värmestrålning. Till exempel har både metan och lustgas mycket större förmåga än koldioxid att fånga in strålning. Dock utgör de inte lika stor del av växthuseffekten som koldioxid. Detta är den dominerande gasen bland de utsläpp som orsakas av människan och motsvarar ca 77 procent av de totala utsläppen. Ungefär 75 procent av dessa kan relateras till förbränning av fossila bränslen och resten till avskogning och förmultning (Ammenberg och Hjelm 2013).

Problemet med en ökning av växthusgaser är att det leder till en ökad värmereflektion, en förstärkt växthuseffekt och att medeltemperaturen på jorden ökar. Det är svårt att i nuläget veta exakt vad för konsekvenser detta medför, men troliga scenarier kan vara några av de nedanstående.

- Extremtemperaturer, som kan leda till direkta hälsoeffekter och ökad risk för bränder.
- Höjda havsnivåer eftersom vattnet ökar i volym vid uppvärmning vilket kommer att leda till översvämningar.
- Vattentillgången kan komma att minska då stora delar av glaciärerna försvinner och eftersom man till stor del är beroende av smältvattnet från dessa och dels för att ökad havsvattennivå kan påverka vattenkvaliteten genom att saltvatten tränger in i dricksvattenintäkt.
- Ekosystemen kan också komma att påverkas av detta vilket i sin tur påverkar matförsörjningen. Även jord- och skogsbruket kan påverkas till följd av att klimatzoner förskjuts och nederbörden påverkas (Ammenberg och Hjelm 2013, s.46).

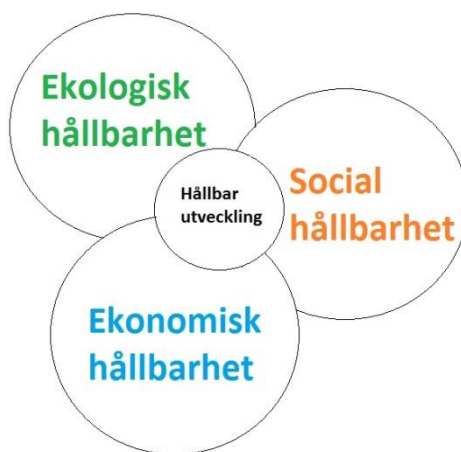
Det råder delade meningar kring existensen av mänskligt orsakade klimatförändringar. Vissa hävdar att de förändringar som har observerats, främst den ökande halten av koldioxid i atmosfären, faller inom jordens naturliga variationsmönster.

Ett annat stort miljöproblem är försurning av mark och vatten, som är en direkt konsekvens av utsläpp av svaveldioxid och kväveoxider. Vid exempelvis tillverkning av gipsskivor är utsläppet av svaveldioxid mycket stort vilket regionalt orsakar en sänkning av pH-värdet. Som jämförelse kan regn i kraftigt förorenad luft ha ett pH-värde på så lite som pH 3,0-3,5 medan genomsnittet i södra och sydvästra Sverige är pH 4,3. Det medför många negativa konsekvenser, bland annat får växter och djur svårare att ta till sig näring och får svårt att överleva, vilket påverkar ekosystemen. Det orsakar även att det frigörs metalljoner från markpartiklarna och sprider sig i markvattnet. Det talas om både antropogen och naturlig försurning, där antropogen försurning är orsakad av människan genom utsläpp och naturlig försurning orsakas av flera i miljön naturligt förekommande processer som till exempel urlakning av bergarter, hög tillväxt av växter och nedbrytning av barr. Antropogen och naturlig försurning är idag ungefär lika stor sett till hela jorden. I Sverige har utsläppet av svavel minskats med över 90 procent sedan 1970 (Ammenberg och Hjelm 2013). Utsläppet år 2008 var 30000 ton, vilket låg klart under EU:s delmål för Sverige till år 2010. Trots detta är ca 20 procent av

Sveriges 100 000 sjöar och vattendrag skadade av försurning. Näringshalten i sjön minskar och redan vid pH 6 börjar fiskarter att försvinna och vid pH 4 har fisken försvunnit. Även grundvattnet påverkas av försurningen då ca 65 000 av de 400 000 grävda eller borrhade brunnarna är så påverkade att vattnet behöver behandlas så att inte koppar och bly ska lakas ut från ledningar och liknande. Det börjar dock ses en trend av att det är mindre tendenser mot ökad försurning och det ses mer och mer återhämtning i sjöarna. Trots detta är det fortfarande viktigt att kontrollera och minimera utsläppen för att minska skadorna på ekosystemen i framtiden.

De flesta forskare är dock överens om att det idag finns en mycket oroande påverkan på klimatet där åtgärder måste göras för att kommande generationer inte ska drabbas av nämnda miljöproblem. Det görs idag mer och mer och det talas om att energiintensiteten (förhållandet mellan energiförbrukning och bruttonationalprodukt) och även kolintensiteten (förhållandet mellan koldioxidutsläpp från fossila bränslen och energiproduktionen) båda har minskat. Trots detta ökar utsläppen som en följd av tillväxt i världen. Klimatförändringar kan också påverka ekonomin mycket stort. Den brittiske ekonomen Nicholas Stern skrev 2006 en uppmärksamman rapport på uppdrag av den brittiske premiärministern Gordon Brown. Den så kallade Sternrapporten konstaterade att framtida kostnader som klimatförändringar kan komma att uppgå till 5-20 procent av bruttoglobalkonprodukten (sammanlagd summa av alla länders bruttonationalprodukt). Den konstaterar även att det är betydligt dyrare att vänta med att sätta in åtgärder och mer kostnadseffektivt ju tidigare de görs (Stern 2007).

FN:s generalförsamling utsåg i mitten av 80-talet en kommission för miljö och utveckling som fick i uppdrag att ta fram ett världsomfattande program som innefattade strategier för ett långsiktigt arbete med miljö- och utvecklingsfrågor. Kommissionen kom att kallas Brundtlandkommissionen på grund av att Norges dåvarande statsminister Gro Harlem Brundtland ledde den, och deras arbete resulterade i rapporten "Vår gemensamma framtid". I rapporten lanserades begreppet hållbar utveckling som idag är vida känt. Det finns idag en utarbetad modell inom industrin (se figur 2.1 nedan) som ofta används för att illustrera tre dimensioner som utgör hållbar utveckling: ekologisk hållbarhet, social hållbarhet och ekonomisk hållbarhet.



*Figur 2.1. Vanlig bild av hållbar utveckling (Ammenberg och Hjelm 2013).*

Hållbar utveckling är en blandning av dessa tre samtidigt som en annan viktig aspekt i begreppet är visionen om ett gränsöverskridande agerande, samarbete och debatt samt att det ständigt pågår en diskussion om balansen mellan att tillgodose dagens utvecklingsbehov samtidigt som kommande generationer inte ska drabbas (Ammenberg och Hjelm 2013). Detta hör till stor del ihop med idén om de nio gränsvärdena som det redogörs för i "planetary boundaries". Av dessa nio föreslår

forskargruppen att åtgärder bör tas emot sju av dem. Två av dessa sju är koldioxidutsläpp i atmosfären och försurning av havsvatten. Även biologisk mångfald och vattentillgång tas upp som två av dessa vilket hänger ihop med klimatförändringar på grund av att en ökad växthuseffekt också skulle försvåra tillgången på vatten samt levnadsförhållanden för djur och växter (Rockström et al 2009).

### 3. Teknisk beskrivning

I detta kapitel behandlas den tekniska delen av rapporten med bland annat arbetsmetoder, framställning av gips och stenull(isolerin) samt tekniska uttryck för de olika materialen.

#### 3.1 EBE Torkteknik - arbetsmetod

Företaget där studien ägde rum är beläget i Torslanda utanför Göteborg och heter EBE Torkteknik. De använder sig av en teknik som innebär att väggar, golv och tak som har drabbats av vatten- och fuktskador torkas. Företaget har 20 års erfarenhet av olika typer av vatten- och fuktskador, vilket har gjort att de har etablerat sig på marknaden. EBE Torkteknik använder sig av avfuktare i olika storlek beroende på skadans storlek och tillverkaren av avfuktarna som används är Munters AB. De har även en jour som erbjuder service till kunderna dygnet runt.



*Figur 3.1. Avfuktare kopplad till  
plaströr. (Foto: Christoffer Mohajer)*

För att EBE Torkteknik ska erbjuda bästa möjliga service och därmed återställa en skada till det ursprungliga skicket, måste de ha blivit kontaktade av kunden inom tio dagar efter att skadan har

skett. Annars är risken stor att skadan inte går att rädda med deras torkteknik. EBE Torktekniks första steg för att åtgärda en skada är att de besiktigar platsen där skadan har skett. Detta görs med olika mätinstrument för att kunna få en överblick av hur stor och allvarlig skadan är. Efter besiktningen läggs det upp en plan för kunden på hur skadan ska åtgärdas och hur många avfuktare som behövs för att torka skadan. Under tiden som torkning pågår, behöver inte verksamheten stängas ner då monteringen av torkutrustningen endast upptar en liten yta av väggen. Detta innebär alltså att om en butik har drabbats av vatten- och fuktskador kan verksamheten fortfarande upprätthållas. Att torka en vägg är väldigt simpelt och effektivt. Efter att ha lagt upp en plan för torkningen, torkas väggen underifrån. Eftersom det i allmänhet är den nedersta delen av väggen som är värst drabbad. För att komma åt den nedersta delen av väggen rivs listerna bort och sedan borrar små hål minst 61 mm från golvet. Detta är viktigt att det borrar ett hål mellan varje regelfack som sitter i väggen, detta görs för att få in torrluft i varje regelfack för att sedan kunna torka hela väggen. Avfuktaren är kopplad till en genomskinligt plaströr som överför den torra luften från avfuktaren till de vita plaströren som sitter på väggen i listhöjd. Det är de små vita plaströren som sedan överför den torra luften in i väggen (se figur 3.2). Det genomskinliga plaströret som överför den torra luften direkt från avfuktare har en diameter på cirka 20 cm, och de små vita rören som överför torrluften från plaströren in i väggen cirka 16 mm.



*Figur 3.2. Flödet av luft mellan varje regelfack. (Foto: Christoffer Mohajer)*

Denna process pågår i ungefär fyra till fem veckor beroende på storleken av skadan och avfuktaren är i gång under hela processen. EBE Torkteknik undersöker skadans status ungefär var tionde dag för att veta hur mycket som har torkats och hur mycket det är kvar på processen. Detta görs med mätinstrument, där det finns ett visst värde som beskriver när torkningen är klar och processen pågår tills det värdet uppnås. I vissa fall används värmemattor för att påskynda processen. Dessa mattor drivs av elektricitet och hängs på väggen för att processen ska gå fortare. Efter torkningen skickas en provbit av väggen till ett labb för att säkerställa att väggen är torr. Labbet som EBE Torkteknik använder sig utav heter Eurofins Pegasus, som jobbar med inomhusmiljö. Resultatet från deras analys är en bekräftelse för både kunden och EBE Torkteknik, som bevisar att väggen är torr.

Det finns några få andra företag som Polygon och Anticimex som använder sig utav samma teknik och som därmed är konkurrenter till EBE Torkteknik. Dock är konkurrenterna i detta projekt de stora byggfirmorna som PEAB och Skanska, eftersom EBE Torkteknik vill bevisa att deras teknik är miljövänligare. EBE Torktekniks vision är att vara ett miljövänligt företag samtidigt som de vill

använda sig utav den mest kostnadseffektiva och lönsamma tekniken för kunderna. För att se EBE Torktekniks egna rapport på Angeredsgymnasiet, se bilaga 1.

### 3.2 Kortfattat om gips

Nedan givna information är inhämtad från Norgips hemsida, en av Nordens största gipstillverkare och om inget annat anges utgår informationen från Norgips beskrivning (Norgips). Gipsskivan har använts som byggnadsmaterial sedan slutet av 1800-talet och 1908 togs patent av Stephen Kelly på den moderna gipsskivan bestående av gips som kärna och ett yttre kartongskikt. Gipsskivor har många fördelar jämfört med andra material. De är brandsäkra, lätta att hantera i avseendet kapning och anpassning, ljudisolerande, vindtäta, ger lättarbetade släta ytor och kan skapa vägg- och takutformningar utan synliga skarvar. De är också lättare jämfört med andra material, ca  $9 \text{ kg/m}^2$ .

Det finns tre olika källor till gips: gipssten, industrigips och returgips. Gipssten finns naturligt i miljön och har bildats genom att havsvatten (som innehåller vattenlösligt gips) har avdunstat i områden som skärmats av från havet. Gipssten, var kemiska benämning är kalciumsulfatdihydrat ( $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ) finns inte i Sverige utan fraktas med båt från Sydeuropa. Industrigips uppkommer från avfall då olja eller kol förbränns och under avsvalningsprocessen reagerar svaveldioxid med kalk vilket bildar kalciumsulfid ( $\text{CaS}$ ). Detta oxideras sedan med syre och bildar gipskristaller som kan filtreras bort. Den sista källan är återvunnet gips där en ny gipsskiva kan innehålla upp till 20 procent återvunnet gips (Göteborgs Stad). Det gamla gipset mals ner till pulver och används sedan till nya skivor.

Utöver ovan nämnda tre källor för kärnan av gipsskivan används även följande material för ytskiktet: kartong, stärkelse, skummedel, flytmedel, accelerator, retarder, syntetfibrer, cellulosafibrer, kantlim, hydrofoberingsmedel och fyllmedel.

### 3.3 Kortfattat om isolering

Isolering av väggar, tak och grund i byggnader används för att minska värmeförlusterna. Isoleringsegenskaper i varje byggnadsdel anges i U-värde, vilket beskriver hur mycket värme som går ut per kvadratmeter vid en grads skillnad mellan inomhus- och utomhustemperatur. Ju lägre U-värde i byggnadsdelen, desto bättre är isoleringen. Projektet kommer att fokusera på isolering av både innerväggar och ytterväggar. Rekommenderat U-värde för ytterväggar enligt Energimyndighetens nätverk, Byggherrarnas Beställarorganisation är  $0,13 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  (Energimyndigheten 2013). Som isoleringsmaterial används vanligen mineralull, men det används även trä- och cellulosabaserade material. Alla typer av värmeisoleringsmaterial måste skyddas mot fukt och luft rörelser. Isoleringen placeras mellan reglerna innanför vindsyddet och den inre beklädnaden. Värmeisoleringsförmågan är i hög grad beroende av hur noggrant arbetet är utförd, eftersom springor och spalter kan vara förödande då det ökar sannolikheten för fuktskador samtidigt som värmeisoleringen blir sämre. Det leder i sin tur till kallare luft inomhus som måste åtgärdas med större energianvändning. Hål i yttervägg för ventiler, ventilationsaggregat, tilluftsdon, vattenrör och dylikt måste utföras noggrant, annars kan det uppstå problem då konvektionsströmmar kan leda fuktig luft in i väggkonstruktionen där den sedan kondenseras och leder till fuktskador (Träguiden). Det finns olika typer av isoleringsmaterial, men alla har samma funktion. Mineralull är den vanligaste typen av isolering i ytterväggar. Mineralull omfattar både stenull och glasull där råmaterialet är sten eller glas som värms upp till smältpunkten och spinns till trådar (Isover 2014). Cellplastisolering är en annan typ av isoleringsmaterial som är tillverkade av styren och polyuretan. Värmeisoleringsförmågan för cellplast är jämställd med mineralullens, men är däremot ett tätare material. Denna typ av isolering används i golv, tak och väggar. Lösullisolering är baserad på olika råvaror, dels sten- eller glasull och dels återvunnet dagtidningspapper. Lösullen blåses på plats med hjälp av en maskin och det lösa fyllnadsmaterialet blir finfördelat när det sprutas på området som behöver isoleras.

I detta projekt läggs fokus på mineralull vilket är den vanligaste typen av isoleringsmaterial i dagens konstruktioner.

## 4. Metod

Nedan redogörs för använda metoder för att använda som grund i projektets utformning och tillvägagångssätt.

### 4.1 Datainsamling

Datainsamlingen var en mycket stor del av projektet då själva grunden för det utgjordes av en jämförande analys. Den ena delen av resultatet bestod av granskning av rapporter från EBE Torkteknik för att kunna bestämma energi- och koldioxidförbrukning och den andra delen bestod av beräkning av rivning och nybyggnad av samma mängd material, för att sedan kunna jämföra utsläppen. Det samlades även in data på plats hos en kund, Angeredsgymnasiet. På detta sätt erhöles specifika siffror för energi- och koldioxidförbrukning samt en större förståelse för arbetsgången i ett torkningsprojekt.

### 4.2 Databaser och sökord

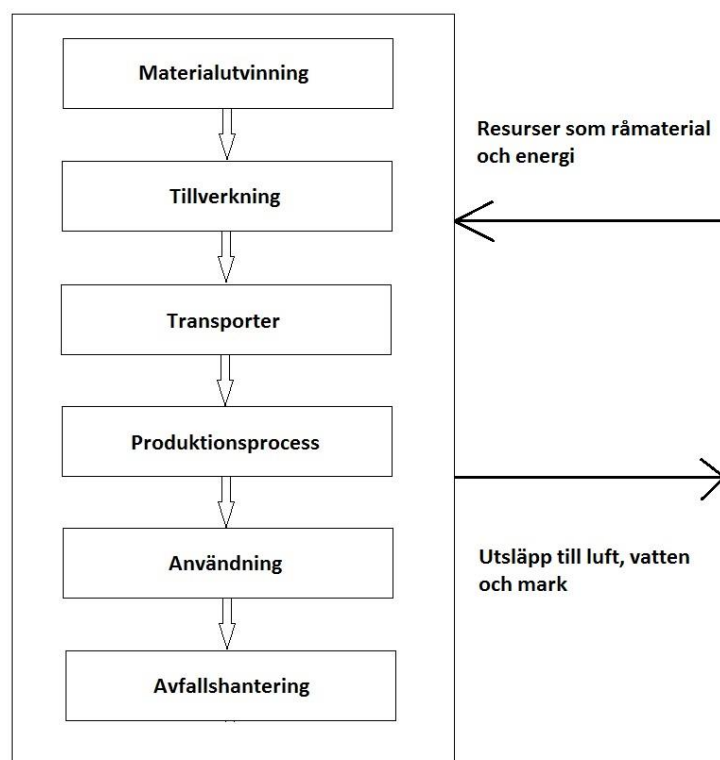
För att hitta rätt metoder, bland annat LCA och RDAP-skalan för projektet användes Chalmers databas CPL (Chalmers Publication Library) och databasen LIBRIS där sökorden "bygg- och miljöteknik hållbar utveckling" användes.

### 4.3 Litteraturstudier

För att få ytterligare relevant teori rörande transportsystem, livscykelperspektiv, miljöproblem och inom hållbar utveckling användes boken "Miljöteknik - för en hållbar utveckling" Upplaga 1:1 (Ammenberg och Hjelm, 2013). "The Hitch Hiker's Guide to LCA" (Baumann och Tillman, 2004) användes också för att bidra till vidare studier av livscykelanalys som utgör större delen av rapporten. Även boken "LCA av sliprar, en jämförande livscykelanalys av betong- och träsliper" (Engberg och Eriksson, 1998) användes för att vidare förstå hur LCA kan användas i ett material- och byggnadsperspektiv.

### 4.4 Livscykelanalys

Livscykelanalys (på engelska Life Cycle Assessment) kan användas till att identifiera miljöbelastande delar i en livscykel för att hitta det viktigaste problemet, optimera processer, jämföra olika produkter eller olika sätt att utföra en viss funktion samt sammanställa miljövinster och miljöförluster som kan uppstå inom ett system. Framför allt materialflöden och energiflöden studeras. Att göra en komplett LCA skulle vara väldigt omfattande och hade krävt både kunskap och resurser, därför har en modifierad version av livscykelanalys använts där miljövarudeklarationer har analyserats för de givna materialen samtidigt som torkning av träreglar och extra transporter för att återställa väggen till ursprungligt skick har lagts till. Många företag är också förtegnade med använda tillverkningsmetoder och redovisar sällan exakt tillverkningsteknik på grund av sekretesser kring företagets verksamhet. Ofta talas det om att analysera en produkt "from cradle to grave" vilket innebär att produkten analyseras från det att materialet utvinns, ofta genom olika processer, till avfallshantering av produkten. De flesta företag som tillverkar produkter är skyldiga att utfärda miljövarudeklarationer för deras produkter, det vill säga miljövarudeklarationer där det framgår hur produkten är framställd. Alla resurser som krävs för varje delprocess är inräknat i miljövarudeklarationen och en LCA bygger på detta. Under projektets gång har flera miljövarudeklarationer analyserats för att kunna beräkna miljöutsläppen för gips och isolering. Detta resulterar i flera olika steg och kan se olika ut för olika produkter, men de som användes i denna rapport var följande:



*Figur 4.1. Livscykelanalysens sex steg. (Baumann & Tillman 2004)*

#### 4.5 RDAP-skalan

RDAP-skalan används för att måttsätta vilken ambitionsnivå ett företag har, den delas in i fyra olika faser. Den lägsta nivån är Reaktivt, vilket innebär att man bara följer lagen, och endast reagerar på lagändringar. Nästa nivå är Defensivt, det är väldigt likt ett Reaktivt företag men skiljer sig på det sättet att exempelvis investerare och intressenter kan kräva att företaget gör mer än bara det som står i lagen. Den näst högsta nivån är Ackomodativt och här menas det att man erkänner ett ansvar men inte vet hur man ska agera för att på bästa sätt följa upp sitt ansvarsområde, dock använder man riktlinjer som finns innan de är lagar. Den högsta och mest ambitiösa nivån är Proaktivt, här har man en större övergripande syn på att utveckla hela branschen och vara med och utveckla och engagera sig inom forskning (Gustafsson & Nylander 2013). Denna skala användes för att bättre kunna artikulera vart företaget står, och vad som skulle krävas för att nå nivån Proaktivt. RDAP-skalan var i detta fall helt miljöinriktad.

#### 4.6 Besök av arbetsplats

För att förstå EBE Torktekniks sätt att hantera och torka väggar, var det bästa alternativet att besöka några av de verksamheter som hade drabbats av vatten- och fuktskador.

Angereds gymnasiet var en av de, där man fick se en klarare bild av hur torkningen går till, hur avfuktarna fungerar, storleken på avfuktarna samt hur monteringen av avfuktarna såg ut. Detta var väldigt viktigt för projektet, eftersom det gav en inblick på hur tekniken fungerade i verkligheten och hur verksamheten fortfarande kunde vara igång under torkningen. Det gav också en inblick i hur arbetarna på EBE Torkteknik planerade sin dag för att minimera transporterna mellan de olika arbetsplatserna, där torkningen pågick. Dessa besök gav också tillfälle till den muntliga informationsinhämtning som har använts under

projektet. Även Bygghuset PEAB konsulterades när frågor kring rivning och ombyggnad uppstod för att få information angående processen.

## 5. Beräkning av EBE Torktekniks utsläpp

En viktig fråga som framkom under början av projektet var hur materialet i väggarna påverkas av fuktskador och sedan torkning. Det visade sig att materialet inte påverkas nämnvärt av torkning utan återställs till sitt tidigare skick innan fuktskadan.

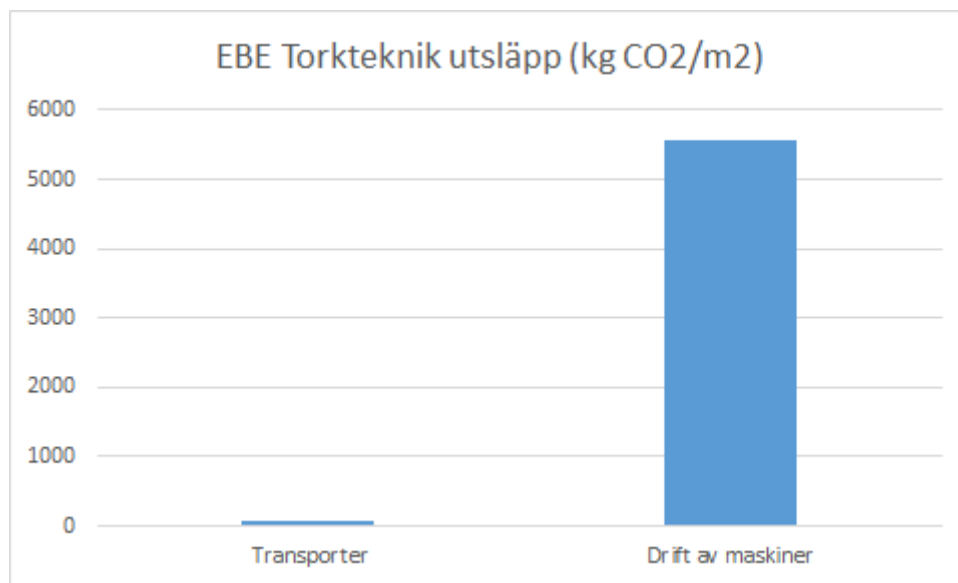
Det behövs en kartläggning av den totala sträckan som körts av EBE Torkteknik. Uppgifter hämtade från Transportstyrelsen gällande Volkswagen 7J0 anger att koldioxidutsläppet vid blandad körning är 0,198 kg CO<sub>2</sub>/km. Eftersom beräkningarna kommer att grunda sig på ett "värsta fall"-scenario räknas varje resa som 40km då EBE Torkteknik sällan har mer än 20 km att åka från kontor till kund. Totalt gjordes elva besök hos Angeredsgymnasiet vilket innebär en total reslängd på 440 km och därigenom resulterar i ett totalt utsläpp på 87 kg CO<sub>2</sub>.

Utöver detta studerades den totala elanvändningen vid torkning av Angeredsgymnasiet i antal kWh (kilowattimmar) och då varje kund har en egen elleverantör användes nordisk elmix som beräkningsunderlag. Anledningen till att just nordisk elmix användes är för att el i Sverige handlas på en nordisk marknad (Energimarknadsinspektionen 2014). Aktuellt värde på detta var 0,258 kg CO<sub>2</sub>/kWh för år 2012, vilket är det senaste året det fanns redogjort för. Den totala effekten som EBE Torktekniks maskiner använde på Angeredsgymnasiet var 21505 kWh (se bilaga 2 för mer information). Detta innebär en koldioxidförbrukning på 5548kg CO<sub>2</sub>.

Resultat av beräkningarna för EBE Torktekniks totala utsläpp redovisas nedan.

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>För resor:</b>             | <b>87 kg CO<sub>2</sub></b>   |
| <b>För drift av maskiner:</b> | <b>5548 kg CO<sub>2</sub></b> |

**EBE Torktekniks totala utsläpp av koldioxid: 5635 kg CO<sub>2</sub>**



*Figur 5.1. EBE Torktekniks koldioxidutsläpp.*

## 6. Beräkning av utsläpp vid rivning och ombyggnad

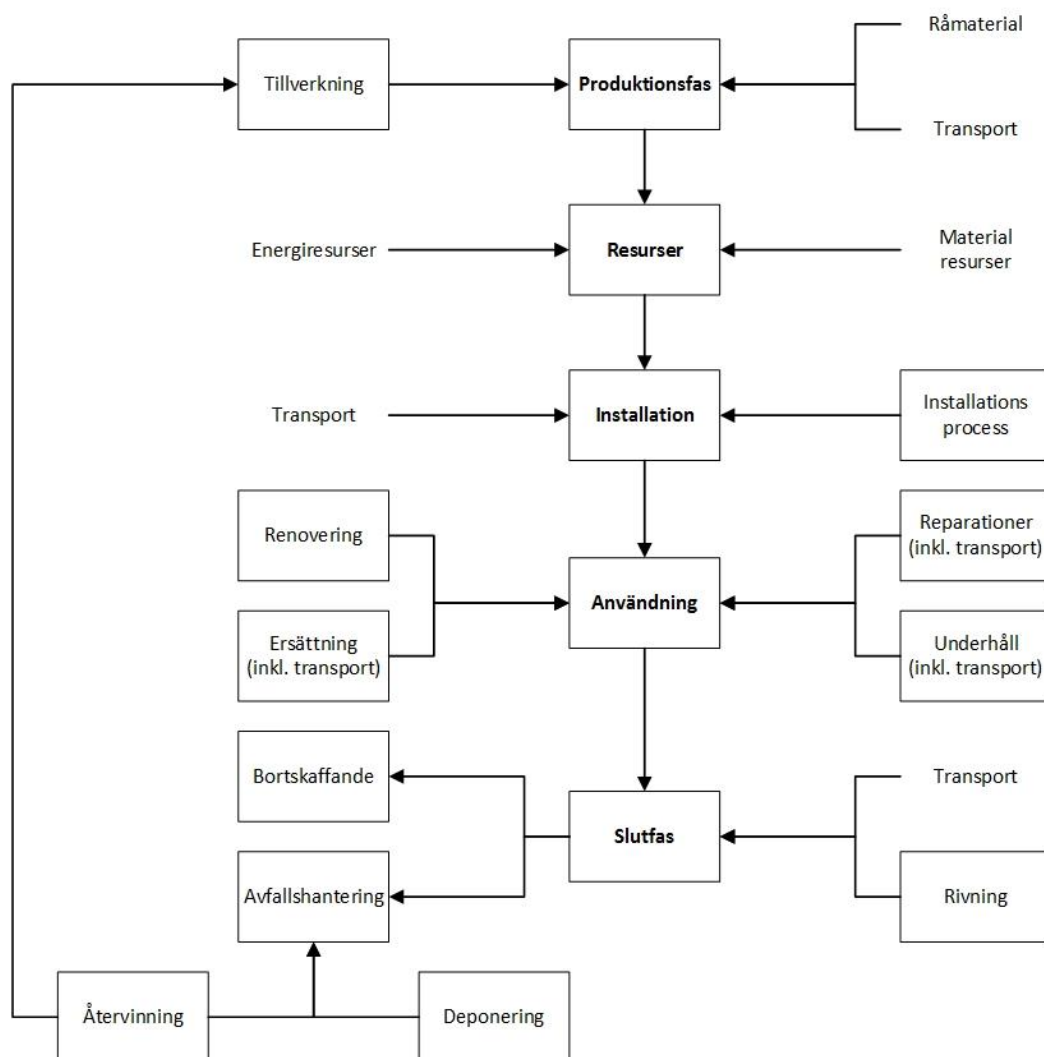
Väggkonstruktionen som skulle ha återuppbyggts på Angeredsgymnasiet om man hade valt att riva och bygga nytt såg ut enligt följande:

Innerväggarna bestod av två lager gips på båda sidor av väggen (12,5 mm per gipsskiva) samt isolering på båda sidor vilken har tjockleken 70 mm per sida. Gällande ytterväggen skulle endast ena sidan ha rivits inifrån, vilket är delen som består av två lager gips på 12,5 mm vardera samt 195 mm isolering. Tanken var att återställa väggen till dess tidigare skick med samma eller liknande isolering samt gipsskivor.

### 6.1 Livscykelanalys av gips

#### ISO 14025

Som underlag för analysen av gips användes Gyprocs EPD (Environmental Product Declaration) enligt ISO 14025 för produkten *Gyproc Normal - Standard Plasterboard*, (se bilaga 3 för mer information) och tolkas nedan. ISO 14025 är en internationell standard för miljövarudeklaration och bygger på en livscykelanalys och visar alltså en produkts miljöinformation samtidigt som den även kan visa att den uppfyller ställda miljökrav (Swedish Standards Institute 2010). Den sammanlagda miljöpåverkan utreds och produktens livscykel delas in i olika steg, dels för att underlätta beräkningar och dels för att identifiera vilka faser som påverkar miljön mest. Baserat på detta underlag kan sedan en effektivisering ske för att framställa mer miljövänliga produkter. Det är också en fördel för kunden att kunna jämföra olika produkter i en miljövarudeklaration för att välja de minst miljöbelastande produkterna. Det övergripande svaret för det internationella EPD-systemet har AB Svenska Miljöstyrningsrådet (Environdec).



*Figur 6.3. Schematisk bild över tillverkningsprocessen gips (Gyproc 2013)*

### Materialutvinning/Tillverkning

Materialutvinning är det första steget i en LCA-analys, där den beskriver vilka resurser det krävs för att utvinna materialet (gips). Gyprocs gipsskivor består av gips från tre olika källor (naturgips, industrigips och gipssten). Även kartong och processhjälpmedel ingår i deras material. Detta mäts i kg/FU, där FU står för funktionell enhet (en kvadratmeter gipsskiva under hela dess livscykel med en livslängd på 60 år). Gyprocs gipsskivor består per FU av 8,60 kg gips, 0,34 kg kartong och 0,06 kg tillsatser (se avsnitt 4.2 för mer utförlig beskrivning). Totalt blir det 9,00 kg/FU.

För att tillverka gipsskivor använder Gyproc olika typer av energi. Den största delen av energin i detta steg kommer från resurser som inte kan återanvändas (ej förnybara resurser), hela 41,9 MJ. Det används även energi från förnybara resurser, dock endast 2,65 MJ. Den totala energin som används för att tillverka en kvadratmeter gipsskiva är alltså 44,55 MJ. Koldioxidutsläpp i detta steg uppgår till 2,65 kg CO<sub>2</sub>/FU.

## Transporter

Under transporter används det till stor del fossila bränslen, eftersom de fordon som används oftast har bensin- eller dieselmotorer. Energin som används vid transporter är 0,22 MJ/FU. Varje steg i livscykelanalysen innehåller transporter, till exempel vid tillverkningen skickas materialen till fabriker för att tillverka gipsskivan. Koldioxidutsläpp i detta steg uppgår till 0,02 kg CO<sub>2</sub>/FU.

## Produktionsprocess

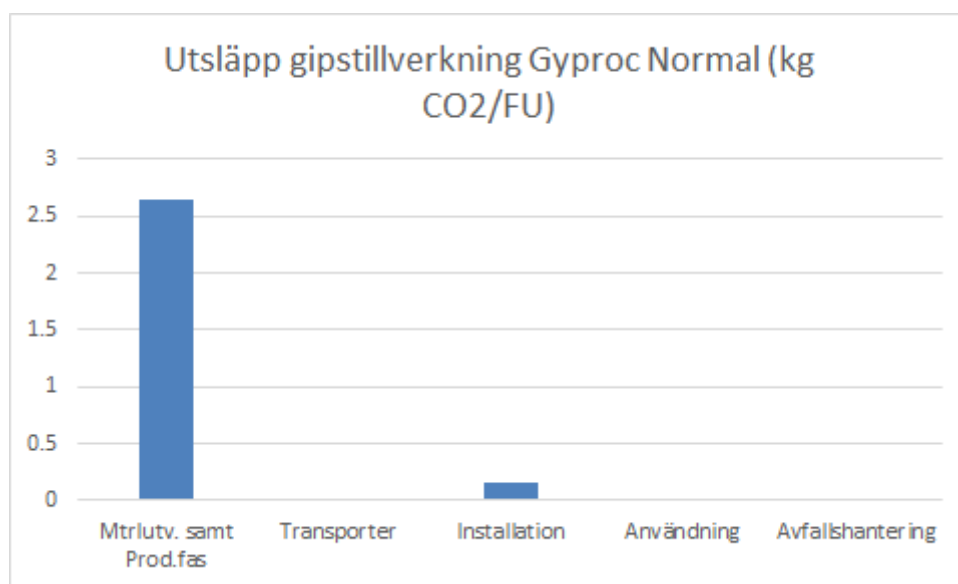
Produktionsprocessen består av montering/installation av gipsskivorna, och tar hänsyn till användning av skruvar, fogmassa och skarvtejp. Energin som används under produktionsprocessen, undantaget de verktyg som används vid målning och rivning, är 3 MJ/FU. Enligt Gyprocs miljövarudeklaration är koldioxidutsläppet i detta steg 0,15 kg CO<sub>2</sub>/FU. Först kapas 60 cm av den inre gipsskivan, sedan kapas ytterligare tio cm (det vill säga totalt 70 cm från golvet) av den yttre gipsskivan. Detta ersätts sedan av de nya gipsskivorna, anledningen till de extra tio centimetrarna för den yttre skivan är på grund av underlättande vid montering.

## Användning

Inga utsläpp sker under användningen och livslängden för gipsskivan är 50 år, om gipsskivan inte drabbas av olika skador som till exempel vatten- och fuktskador. Vid användning är produkten färdigställd och därför blir det inga ytterligare utsläpp.

## Avfallshantering

Norgips använder både återvinnings- och icke återvinnings material vid tillverkningen av gipsskivor. Totala energin som krävs vid avfallshanteringen är 0,103 MJ/FU där 52% av gipsskivorna återvinns efter sin livslängd och resten deponeras.



Figur 6.2. Koldioxidutsläpp gips.

|                                 |                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Yttervägg (löpmeter) =          | 44,462 m                              |
| 60 cm kapning (från golvet) ger | 26,677 m <sup>2</sup>                 |
| 70 cm kapning (från golvet) ger | 31,123 m <sup>2</sup>                 |
| Dubbla gipsskivor ger           | 26,677 + 31,123 = 57,8 m <sup>2</sup> |

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Innervägg (löpmeter) = | 229,188 m              |
| 60cm kapning ger       | 275,026 m <sup>2</sup> |

|                                       |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| 70cm kapning ger                      | 320,863 m <sup>2</sup> |
| Antal m <sup>2</sup> gips innervägg = | 595,9 m <sup>2</sup>   |

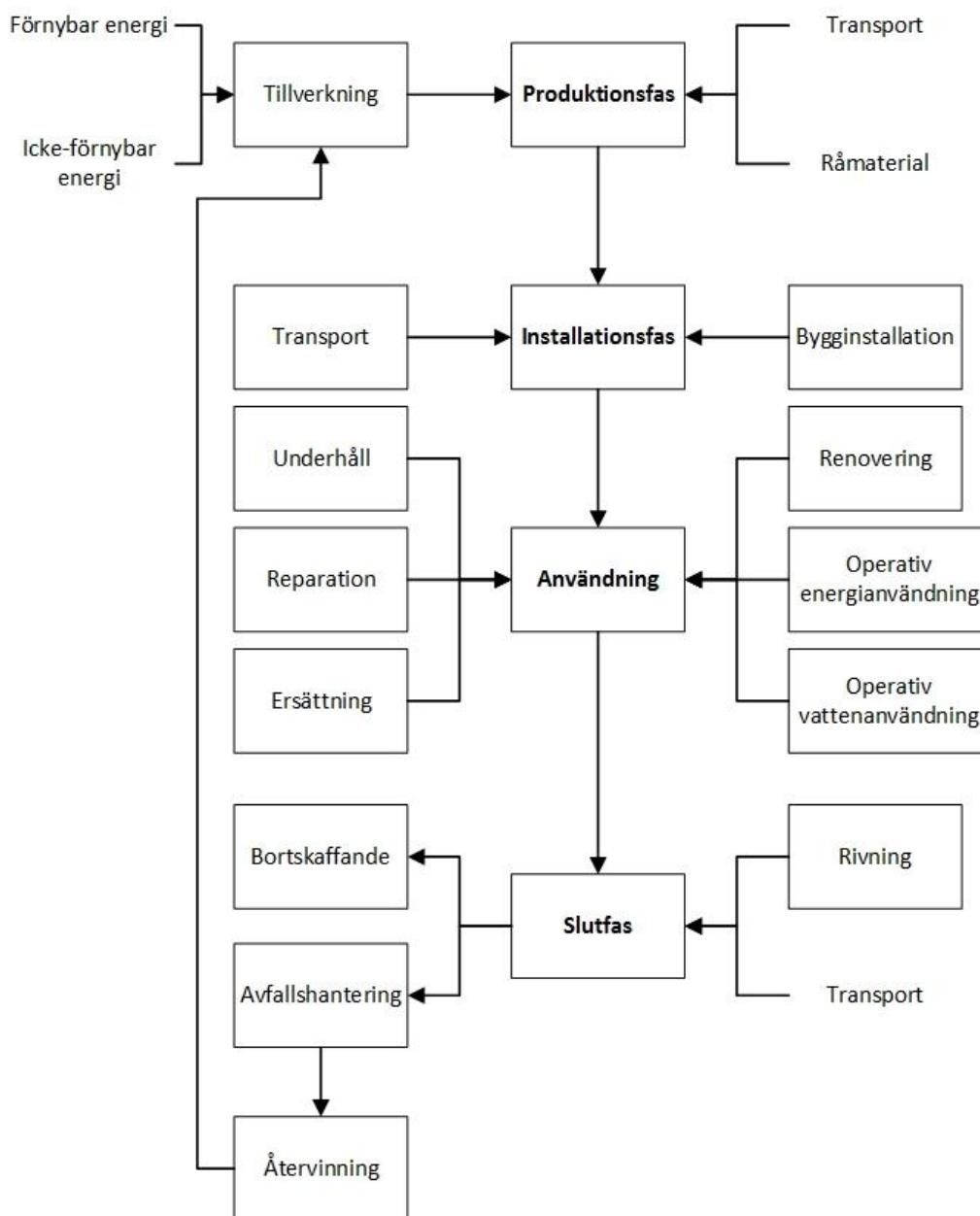
**Totalt antal m2 gips:** 595,9 + 57,8 = 653,7 m<sup>2</sup>

Utsläpp av CO<sub>2</sub> per kvadratmeter (FU) är 2,83 kg

**För Angeredgymnasiet blir det totalt:** 653,7 m<sup>2</sup> \* 2,83 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> = 1850kg CO<sub>2</sub>

## 6.2 Livscykelanalys av isolering

Följande analys baserar sig på den norska tillverkaren Rockwools miljövarudeklaration (enligt ISO 14025) för stenull, och är en komplett "cradle to grave"-analys (se bilaga 4 för mer information). Även flödesschemat baserar sig på en av Rockwools miljövarudeklaration som hade ett utförligare flödesschema, men livscykelanalysen var bara "cradle to gate". Därför användes de två olika miljövarudeklarationerna, en för flödesschemat och en för livscykelanalysen, de är dock för samma produkt. Miljövarudeklarationen är baserad på produktion i Danmark och är giltig på den skandinaviska marknaden, det vill säga Danmark, Norge och Sverige. För att kartlägga stegen i livscykeln har Eurimas miljövarudeklaration (ISO 14025) *Mineral Wool Produced In Europe* använts då den baseras på fem av de största isoleringstillverkarnas (Knauf Isolation, Paroc, Rockwool, Saint-Gobain Isover och Ursa) tillverkningsmetoder och erbjuder en mer utförlig beskrivning av livscykeln olik faser samt vad de består av.



Figur 6.3. Schematisk bild över tillverkningsprocessen isolering (Rockwool 2013).

### Materialutvinning/tillverkning

Stenullsisolering består av 97,8% stenullsfiber och resten består av bindemedel och mineralolja. Stenullsfiber fås genom att smälta samman basalt (bergart av vulkaniskt ursprung), diabas, sand och sten som är huvudprodukterna i tillverkningen, därefter spinns de vidare till stenullsfiber. Tillverkningen sker i flera steg och dessa är smältning, fiberbildning, ullproduktion, efterbehandling, förpackning och interna transporter. Energin som används är både förnybar energi som vattenkraft och icke-förnybar från fossila bränslen och kärnkraftverk. Eurima har använt sig av den europeiska elmixen för att kunna räkna på energiförbrukningen under tillverkningsprocessen.

### Transporter

Transporter är en faktor som upprepas flera gånger under livscykelanalysen. Detta beror på att råvaran transporteras till fabriken, sedan transporteras den färdiga produkten från fabriken till lagret

och sedan vidare till kunden. Här tas även hänsyn till när återvinningsmaterial ska transporteras till fabriken för att sedan kunna återvinna materialet och de interna transporterna inom fabrik och lager. Oftast används lastbilar som har en kapacitet på 27 ton, det vill säga att de kan lasta 27 ton.

### **Produktionsprocess**

Installationen sker manuellt, där enkla maskiner kan användas men energiförbrukningen är så pass lite att den beaktas som försumbar. Det kan bli högre energiförbrukning beroende på hur situationen ser ut, ska produkten bäras flera våningar eller om installationen sker på bottenvåningen. Därför är produktionsprocessen olika för olika fall. När det gäller Angeredsgymnasiet behövs det inte några större maskiner för att bära produkten då allt arbete kommer att ske i ett plan.

### **Användning**

När produkten väl är installerad och på plats behövs ingen tillförsel av ytterligare energi eller material för att bibehålla produktens funktion, utan utsläppen är noll. Enligt Rockwool beräknas deras stenull hålla så länge byggnaden håller, det vill säga långt över 60 år, bland annat på grund av svårigheten med att komma åt materialet vilket försvårar underhållsarbete samt reparationer.

### **Avfallshantering**

Mineralull är i Europa klassat som "ej farligt avfall" där det mesta används för återvinning (Rockwool EPD). Skillnaden från gips är att materialet ej används som en direkt komponent för att tillverka ny isolering.

#### **Yttervägg isolering:**

Djup: 0,195 meter  
Längd: 44,462 meter  
Höjd: 0,6 meter  
Volym: 5,202 m<sup>3</sup>

#### **Innervägg isolering:**

Djup: 0,07 meter  
Längd: 458,376 meter  
Höjd: 0,6 meter  
Volym: 19,252 m<sup>3</sup>

**Total volym: 24,454 m<sup>3</sup>**

Densitet stenull: 32 kg/m<sup>3</sup>  
 $24,454 \text{ m}^3 * 32 \text{ kg/m}^3 = 782,528 \text{ kg}$

1,223 kg CO<sub>2</sub> per kg stenull ger  
 $782,528 \text{ kg} * 1,223 \text{ kg CO}_2/\text{kg} = 957 \text{ kg CO}_2$

### **6.3 Sammanställning av utsläpp vid rivning och ombyggnad**

Först och främst måste träreglarna torkas efter rivning av gips och isolering 60 cm från golv, vilket är en förutsättning för att kunna återuppbygga väggen till dess skick. Torkningen kräver lika många maskiner som i torkningsfallet men endast under hälften av den tiden. Det i sin tur motsvarar ungefär hälften av de kWh som användes för att torka hela väggarna.

$21505/2 = 10752,5 \text{ kWh}$   
 $10752,5 \text{ kWh} * 0,258 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 2774 \text{ kg CO}_2$   
**Torkning av träreglarna släpper alltså ut 2774 kg CO<sub>2</sub>.**

Det tillkommer även transporter för att återställa väggarna till sitt ursprungliga skick utöver montering av gipsskiva och isolering vilka båda är inräknade i livscykelanalysen. Därför konsulterades PEAB i denna fråga för att kunna kartlägga dessa transporter. Likt EBE Torktekniks avstånd till kunderna valdes en "worst case scenario"-sträcka för att kunna göra jämförelsen så rättvis som möjligt, alltså 40 km/resa. Jonas Nyberg, platschef på PEAB hjälpte till genom att göra en uppskattning på antal resor som krävs för ett sådant jobb och kom fram till 30 stycken resor. Resor för rivning är även inkluderade. Samma bilmodell som EBE Torkteknik använder (Volkswagen 7J0) är även en av PEABs vanligaste bilar och används lika mycket inom byggbranschen varför samma utsläpp per kilometer ger en rättvis jämförelse.

30 resor \* 40 kilometer = 1200 km

**1200 km \* 0,198 kg CO<sub>2</sub>/km = 237,6 kg CO<sub>2</sub>**

Sammanfattningsvis blir utsläppen enligt följande:

|                       |                               |
|-----------------------|-------------------------------|
| Torkning av träreglar | 2774 kg CO <sub>2</sub>       |
| Transporter           | 238 kg CO <sub>2</sub>        |
| Gips (LCA)            | 1850 kg CO <sub>2</sub>       |
| Isolering (LCA)       | 957 kg CO <sub>2</sub>        |
| <b>Totalt</b>         | <b>5819 kg CO<sub>2</sub></b> |

## 7. Jämförande analys

Nedan följer en jämförelse mellan miljöutsläppen vid torkning respektive rivning och ombyggnad.

|                                    |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| EBE Torktekniks utsläpp:           | 5635 kg CO <sub>2</sub> |
| Utsläpp vid rivning och ombyggnad: | 5819 kg CO <sub>2</sub> |
| Skillnad:                          | 184 kg CO <sub>2</sub>  |

### **Svaveldioxid (SO<sub>2</sub>) utsläpp:**

|                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Gips: 0,0324 kg/m <sup>2</sup>     |                             |
| 653,6894 m <sup>2</sup> * 0,0324 = | 21,18 kg SO <sub>2</sub>    |
| Isolering: 0,01 kg/kg              |                             |
| 782,528 * 0,01 =                   | 7,82 kg SO <sub>2</sub>     |
| <b>Totalt:</b>                     | <b>29 kg SO<sub>2</sub></b> |

Utöver att släppa ut 184 kg mer koldioxid släpps det även ut 29 kg svaveldioxid (som bidrar till förorening) samt förbrukas resurser som annars hade kunnat vara kvar i naturen.

Medelvärde för nordisk elmix under år 2005-2009 var som jämförelse 125 g CO<sub>2</sub>/kWh (Energimyndigheten). Hade samma siffra gällt idag hade EBE Torkteknik endast släppt ut totalt 2690 kg CO<sub>2</sub>. Dock har en dubbling skett av detta värde vilket är oroväckande. Anledningen till denna ökning är att handeln har ökat både inom Norden och med andra länder utanför Norden (Svensk Fjärrvärme) Därför har andelen förnybar energiutvinning minskat samtidigt som den fossila har ökat.

### 7.1. RDAP-skalan

Enligt RDAP-skalan bedömdes EBE Torkteknik ligga på nivån Ackomodativt. Detta för att de är mer ambitiösa än ett Defensivt företag, till exempel är de som tidigare nämnt redan miljödiplomerade och vill utvecklas åt att vara mer miljövänliga inte för att de måste utan för att det finns en ambition gentemot detta. Dock krävs det mer för att nå nivån Proaktivt, det måste läggas resurser på att utveckla branschen och bedrivas forskning kring exempelvis mer miljövänliga metoder, forskning som i nuläget inte finns.

## 8. Diskussion

Till att börja med syntes det tydligt att transporter var nästintill försumbart för gipstillverkningen samt för EBE Torktekniks totala utsläpp. För isoleringsmaterial hittades ingen exakt siffra på hur stor del av utsläppen som utgjordes av transporter, men den antas även den vara relativt liten sett till vad som tidigare framkommit under projektets gång, där transporter visade sig vara en väldigt liten del av det totala utsläppet. Den stora utsläppsfaktorn visade sig vara materialutvinning samt tillverkning. En viktig del av LCA-arbetet är alltså att kartlägga var de största utsläppen görs, tillsammans med att titta på den totala miljöpåverkan. Eftersom gips till stor del tillverkas av avfall från fossil förbränning, tillsammans med naturgips som har en begränsad förekomst i naturen likt olja, ökar ytterligare behov av dematerialisering varför en stor mening ses med EBE torktekniks verksamhet, trots att utsläppen var relativt lika. Varken olja eller naturgips är obegränsade resurser vilket innebär att gips inte kan ses som ett material som går inom ramarna för begreppet hållbar utveckling. Därför krävs transmaterialisering, alltså en övergång till andra material inom viss framtid. Även det kan få miljökonsekvenser då processerna kring materialutvinning och produktion inte är optimerade, vilket oftast tar lång tid. Det är även svårt att hitta material med de fördelaktiga egenskaper som gips har (brandsäkra, lätthanterliga, ljudisolerande), därför ställs en stor utmaning på framtidens ingenjörer. De har en viktig samhällsroll i att optimera processer och hitta smarta lösningar för att kunna använda sig av material med sådan liten miljöpåverkan som möjligt.

Vikten av dematerialisering är kanske större än man först kan tro, dock ska det inte glömmas bort att en del av EBE Torktekniks koldioxidutsläpp härstammar från förbränning av fossila bränslen. Därför ökar detta kravet på staten att främja branscher som ägnar sig åt dematerialisering, likt EBE Torkteknik, genom att sätta upp tydligare regelverk för förnybar energi och satsa i ett längre perspektiv så att klimatet tar sådan liten skada som möjligt. Tyvärr händer det ofta att det billigaste alternativet också är det mest miljöförstörande, produkter och tjänster borde säljas med mer information om vad de har för påverkan på miljön så att kunden lättare kan ta ställning kring vad som känns bäst att betala för. Så länge det inte finns något miljöindex för produkter och tjänster så att man kan jämföra, och framförallt så länge de miljövänligare produkterna och tjänsterna oftast är dyrare kommer de också att ha svårt att på riktigt ta över marknaden. Därför måste man som sagt främja dessa produkter och tjänster, bland annat genom sänkt moms eller att på andra sätt underlätta.

För att återkoppla till RDAP-skalan behövs det även en trend bland företag som visar att de tar ansvar genom att inte bara falla under kategorin Reaktivt eller Defensivt, utan att faktiskt ta ansvar och vara Ackomodativt. För att vara Proaktivt krävs det stora satsningar på forskning och utveckling, resurser många företag kanske inte har då det trots allt handlar om att spara på utgifter för att maximera vinsterna. EBE Torkteknik har visat att de vill ta ansvar genom sin miljödiplomering, detta projekt visar också att de vill utveckla sin teknik, men företaget saknar de större satsningarna på forskningsavdelningar och liknande som krävs för att klassas som ett Proaktivt företag. Dock kan man, eftersom utsläppet från transporter inte visade sig vara speciellt mycket, hävda att de inte kan göra så mycket mer för att minska sina utsläpp. Det är omöjligt att påverka vad deras kunder har för elbolag och i sin tur hur denna el tillverkas. Detta gör också att utsläppet hos vissa kunder minskar dramatiskt om de bara använder sig av förnybar el, eller exempelvis kärnkraft och vattenkraft (som å andra sidan påverkar miljön på andra sätt). Därför måste dessa siffror tas med en nypa salt och en insikt om att varje torkningsjobb skiljer sig åt.

### 8.1 Reflektioner

När projektet skulle påbörja tog det ca två veckor att få en handledare på Chalmers. Det var väldigt svårt att hitta en handledare, eftersom majoriteten av dem sa sig inte ha tid. Det var väldigt

frustrerande, inte nog med att det var svårt att hitta ett examensjobb att arbeta med så var det lika svårt att få tag på en handledare. Det var ett problem för många andra studenter att hitta en handledare och Chalmers borde förbättra den processen. Ingen på maskiningenjörsinstitutionen kunde handleda detta projekt, därför kontaktades andra institutioner på Chalmers för att få tag på en handledare. Detta visade sig trots allt vara mycket fördelaktigt då det på Energi och miljö-institutionen visade sig finna den kompetens projektet behövde.

Innan projektet startades igång var det tänkt att undersöka flera material än gips som till exempel trä och betong samt jämföra olika material utifrån miljöperspektiv. Under projektets gång visade det sig att livscykelanalyser för flera material var väldigt tidskrävande och omfattande. För att göra en trovärdig livscykelanalys var det viktigt att ta med alla processer som krävdes för att tillverka produkten och det måste även tas hänsyn till de olika materialen som används under tillverkningsprocessen, därför var det viktigt att få rätt data (miljövarudeklarationer) från företag och olika databaser. Det var extra svårt att få tag på bra miljövarudeklarationer för gips, för att sedan göra en livscykelanalys. Att få olika datavärden för tillverkningen av en produkt från företagen var inte lätt, det märktes under projektets gång när företagen kontaktades. Därför blev det dramatiska avgränsningar under projektets gång för att bli klar i tid. Detta borde ha kollats upp när avgränsningarna gjordes, samtidigt var det svårt att förutspå hur omfattande en livscykelanalys var i början av projektet. Det tog även för lång tid att få rätt data från företagen som var viktiga i livscykelanalysen, vilket ledde till att projektets arbetsprocess stannade upp i väntan på svar främst från byggföretagen.

Det var även tänkt att använda flera olika metoder i början av projektet för att få bättre resultat av arbetet. Många av dessa metoder var dock inte nödvändiga enligt handledaren och fick därför tas bort, den viktigaste metoden var livscykelanalysen. Återigen blev det mycket ändringar och redigeringar av rapporten under arbetsgången, vilket inte var planerat från början. Det hade även varit svårt att hinna använda fler metoder eftersom att livscykelanalys visade sig vara så omfattande.

## 8.2 Loggbok

Under projektets gång har det uppstått olika problem. Ett av problemen har varit att få fram rätt data för bland annat livscykelanalysen för både gips och isolering som har varit kärnan i projektet. Företag som NCC, Skanska och Norgips har visat väldigt lite intresse när de har blivit kontaktade, de har varken haft tid eller resurser för att hjälpa till. Detta ledde till att beräkningen och tolkningen av livscykelanalysen för gips och isolering inte utfördes i tid. En anledning till varför det var svårt att få tag i datan för livscykelanalysen kan ha varit att ingen student tidigare har gjort ett sådant projekt, där man är beroende av företagen för att få fram rätt data. Företagen hade också en tendens att skicka frågorna vi hade till sina kollegor, för att de själva inte hade tid. Det resulterade i att vi fick ringa och maila runt och svaret blev alltid densamma, de skickade oss vidare till nästa person eftersom de inte hade tid. Hela processen tog för lång tid, och ledde till att projektet hamnade efter.

### *NCC*

NCC var en av de första byggfirmorna som kontaktades för att få hjälp av när det gällde isoleringen av gipsväggar. Det var viktigt för projektet att få insyn på hur stora byggfirmor handskades med rivning och uppbyggandet av gipsväggar. Vilken typ av isoleringsmaterial de använde, hur hela processen gick till samt vilka verktyg de använder. NCC hade tyvärr inte tid eller resurser för att svara på några enkla frågor och avvisade oss. Efter flera försök via mail och telefonsamtal blev svaret densamma från deras sida, de kunde inte hjälpa till att svara på frågorna.

### *Skanska*

Efter att ha blivit avvisade från NCC, kontaktades Skanska för att få svar på frågorna. Till skillnad från NCC, kunde Skanska svara samma dag att de inte hade tid för att svara på frågorna, eftersom de hade

många studenter och examensarbetare. Därför gick deras tid och resurser åt de studenter som redan jobbade där. Det var samma frågor som ställdes till NCC, det vill säga frågor som berörde isoleringsmaterial vid uppbyggande och arbetsprocessen av gipsväggar.

#### *Granova Bygg AB*

För att försöka få mer information kring tillvägagångssättet kring ombyggnationen kontaktades även Granova Bygg då NCC och Skanska inte kunde dela med sig av någon information. Här hävdades det att det inte var tal om någon isolering innanför väggarna, trots att fallet som det talades om var en skola. Även resorna uppskattades till sex till åtta stycken vilket var klart mindre än den siffra PEAB senare gav oss. Detta skapade viss förvirring och insikten gjordes att alla byggfirmor troligtvis inte jobbar på samma sätt, varför svaren blev så olika från PEAB som senare hjälpte till med att svara på frågor.

#### *Norgips*

I ett försök att kartlägga koldioxidutsläppen under transportdelen för Norgips ISO 14025 miljövarudeklaration för produkten Norgips Normal 13 kontaktades det svenska företaget via mail. Dock erhöles ej något svar varför Gyprocs miljövarudeklaration istället valdes ut på grund av en större tydlighet kring utsläppen under livscykeln alla faser.

#### *Peab*

Efter att ha fått kontakt med Peab kunde ett möte bestämmas med en av platscheferna för att få information om hur rivningen och ombyggnaden gick till. Platschefen hette Jonas Nyberg och när mötet skulle börja visade det sig att han hade dubbelbokat, därför bad han oss att skicka frågorna via mail istället. Efter ca en vecka kunde Jonas svara på frågorna. Svaren var väldigt enkla och Jonas förklarade aldrig riktigt hur processen gick till. Efter att ha lovat att hjälpa till, verkade han istället bara vilja få det gjort så fort som möjligt. Hans svar var väldigt enkla och väldigt lite av den informationen användes senare i projektet.

# Slutsatser

I projektet har det framkommit att man vid torkning av en fuktskadad vägg sparar resurser, utsläpp av svaveldioxid som bidrar till försurning samt utsläpp av koldioxid som bidrar till en ökad växthuseffekt. Dock var skillnaden relativt liten varför det finns ett behov av ytterligare effektivisering. Materialets hållbarhet påverkas ej heller nämnvärt vid torkning utan återställs till ursprungligt skick efter torkning. Stor vikt ska slutligen fästas vid koldioxidutsläppen relaterade till den nordiska elmixen, som är väldigt höga och helt avgörande för EBE Torktekniks utsläpp. I ett mer hållbart energisamhälle kommer därför torkning vara ett mer miljövänligt alternativt jämfört med rivning och ombyggnad. Sänkning av koldioxidutsläppen från nordisk elmix skulle alltså innebära en dramatisk minskning av utsläppet.

# Referenser

## Artiklar:

Nässén J., Holmberg J., Wadeskog A. & Nyman M. (2007). "Direct and indirect energy use and carbon emissions in the production phase of buildings: An input–output analysis." *Energy* **32**: 1593-1602.

Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, A. Persson, F. S. Chapin III, E. F. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. J. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. Van Der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen and J. A. Foley (2009). "A safe operating space for humanity." *Nature* **461**(7263): 472-475.

## Böcker och rapporter:

Ammenberg, J. & O. Hjelm (2013), *Miljöteknik - för en hållbar utveckling*. Studentlitteratur, Lund.

Baumann, H. & A.-M. Tillman (2004), *The Hitch Hiker's Guide to LCA*. Studentlitteratur, Lund.

Brundtland, G. (1987), *World Commission on Environment and Development: Our common future*.

Engberg, P. & E. Eriksson (1998), *LCA av sliprar - en jämförande livscykelanalys av betong- och träsliper*. CIT Ekologik, Göteborg.

Stern, N. (2007), *The Economics of Climate Change - The Stern Review*.

## Internet:

Norgips, *Om Gipsskivor*,

[http://www.norgips.se/produkter/gipsskivor/om\\_gipsskivor](http://www.norgips.se/produkter/gipsskivor/om_gipsskivor) (2014-04-21)

Göteborgs stad, *Byggavfall, gips och däck*,

[http://goteborg.se/wps/portal/invanare/miljo/avfall-och-atervinning/byggavfall-gips-och-dack/gips!/ut/p/b1/04\\_SjzQ0MDM3NTQzNTbTj9CPykyssy0xPLMnMz0vMAfGjzOIDDL0CLZwMHQ383S3dDDxDvAPc\\_Lx9\\_A2NzIEKIoEKDHAARwNC-v088nNT9XOjciwAmwpQVw!!/dl4/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/](http://goteborg.se/wps/portal/invanare/miljo/avfall-och-atervinning/byggavfall-gips-och-dack/gips!/ut/p/b1/04_SjzQ0MDM3NTQzNTbTj9CPykyssy0xPLMnMz0vMAfGjzOIDDL0CLZwMHQ383S3dDDxDvAPc_Lx9_A2NzIEKIoEKDHAARwNC-v088nNT9XOjciwAmwpQVw!!/dl4/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/) (2014-04-21)

Energimyndigheten (2013), *Isolering*,

<http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Din-uppvarmning/Isolering/> (2014-04-18)

Energimyndigheten (2013), *Växthusgasberäkning*,

[http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/hallbara\\_branslen/Hallbarhetskriterier/Fragor-och-svar-hbk/Vaxthusgasberakning/](http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/hallbara_branslen/Hallbarhetskriterier/Fragor-och-svar-hbk/Vaxthusgasberakning/) (2014-05-20)

Energimarknadsinspektionen (2014), *Residualmixen*,

<http://www.ei.se/sv/el/elmarknader-och-elhandel/ursprungsmarkning-av-el/ursprungsmarkning-information-framst-for-elhandelsforetag/residualmixen/> (2014-05-15)

Energimyndigheten (2013), *Växthusgasberäkning*,  
[http://www.energimyndigheten.se/Foretag/hallbara\\_branslen/Hallbarhetskriterier/Fragor-och-svar-hbk/Vaxthusgasberakning/](http://www.energimyndigheten.se/Foretag/hallbara_branslen/Hallbarhetskriterier/Fragor-och-svar-hbk/Vaxthusgasberakning/) (2014-04-29)

Environdec, *Det internationella EPD-systemet*,  
<http://www.environdec.com/sv/The-International-EPD-System/#.U1-M0VfjKPP> (2014-04-29)

Träguiden, *Ytterväggar*,  
<http://www.traguiden.se/tgtemplates/popup1spalt.aspx?id=1281> (2014-04-18)

Isover, *Vad är mineralull?*  
<http://www.isover.se/produkter/vad+%C3%A4r+mineralull-c7-> (2014-05-09)

Gustafsson & Nylander (2013), *Hållbart ansvarstagande för ett medelstort byggföretag i Sverige*,  
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/173237/173237.pdf> (2014-04-01)

Svensk Fjärrvärme, *Miljövärdering 2012*,  
[http://www.svenskfjarrvarme.se/Global/Rapporter%20och%20dokument%20INTE%20Fj%C3%A4rrsy n/Ovriga\\_rapporter/Miljo/Milj%C3%B6v%C3%A4rdering%202012,%20Guide%20f%C3%B6r%20alloke ring%20i%20kraftv%C3%A4rmeverk%20och%20fj%C3%A4rrv%C3%A4rmens%20elanv%C3%A4ndning.pdf](http://www.svenskfjarrvarme.se/Global/Rapporter%20och%20dokument%20INTE%20Fj%C3%A4rrsy n/Ovriga_rapporter/Miljo/Milj%C3%B6v%C3%A4rdering%202012,%20Guide%20f%C3%B6r%20alloke ring%20i%20kraftv%C3%A4rmeverk%20och%20fj%C3%A4rrv%C3%A4rmens%20elanv%C3%A4ndning.pdf) (2014-05-20)

Rockwool (2013), *Environmental Product Declaration ISO 14025*,  
<http://www.rockwool.se/files/media/se/miljoeprofil/certifikat/miljodeklaration-ROCKWOOL.pdf> (2014-05-09)

Swedish Standards Institute (2010), *Miljömärkning och miljödeklarationer*,  
<http://www.sis.se/ledningssystem/ledningssystem-f%C3%B6r-milj%C3%B6/ss-en-iso-140252010> (2014-06-09)

# Bilagor

## Bilaga 1. Rapport EBE Torkteknik

---

**EBE torkteknik ab**  
**JOUR DYGNET RUNT**  
**031-92 11 00**

1 (9)

### VATTENSKADERAPPORT

Beställare

Ebe Skadeservice

Skadeadress

Greppegatan 9

EBE torkteknik ab projektnummer

148058

Skadenummer/försäkringsnummer



---

**EBE torkteknik ab**  
**JOUR DYGNET RUNT**  
**031-92 11 00**

EBE Torkteknik ab, Organisationsnummer: 556881-0617  
Kärrlyckegatan 31, 418 78 Göteborg  
Tel: 031921133, Mobil: 0763196088  
e\_mail: [emil@ebe-torkteknik.se](mailto:emil@ebe-torkteknik.se)

**VATTENSKADERAPPORT**

|                                 |            |                                   |                                   |
|---------------------------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Ort och datum                   |            | Beställare                        |                                   |
| Göteborg 2014/04/23             |            | Ebe Skadeservice                  |                                   |
| EBE torkteknik ab projektnummer |            |                                   |                                   |
| 148058                          |            |                                   |                                   |
| Skadenummer/försäkringsnummer   |            |                                   |                                   |
| Skadeadress                     | Grepptan 9 | Försäkringstagare/<br>Projektnamn | Angeredsgymnasiet.                |
| Skadedatum                      | 2014/03/13 | Beställare referens               | Per Slättmyr                      |
| Besiktningens datum             | 2014/03/14 | Närvarande                        | Trond Larsen (EBE-<br>Torkteknik) |

**Uppdrag**

Kontrollera fuktutbredning efter 5 handfat som har svämmat över.

.

**Skadeorsak**

I fem toaletter har handfaten svämmat över under ca 15-18 timmar efter skadegörelse.

**Konstruktion**

Generell konstruktion i skolan:

Väggar:

\*Reglade(plåt)väggar beklädd med dubbelgips(målad)

Golv:

\*Plastmatta på betong.

**Skadeomfattning**

Se bifogad skiss.

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |
| <p>Vybild korridor.</p>                                                             | <p>Vybild toaletter.</p>                                                             |
|  |  |
| <p>Synliga mikrobiella skador i en del väggar.<br/>(se skiss)</p>                   | <p>Vybild klassrum.</p>                                                              |



- | =Fuktiga väggar i markerat område.
- | =Synliga mikrobiella skador har identifieras.  
Väggar skall kapas 40cm och ner till bef golv.
- =Placering av mätpunkter.

## Bilaga 2. Specifikation EBE Torkteknik



1 (2)

Projekt nummer: 142153  
Beställare: Ebe-Skadeservice  
Referens: Per Siltmyr  
Skadenummer: 140276

Skadadress:  
Grepstatan 9  
424 65  
Ängered

Organisationsnummer: 556881-0617  
Moms registreringsnummer: SE556881061701  
Att betala till: PG 83250-1  
trond@ebe-torkteknik.se

| Ingen kod    |             |            |       |       |          |       |        |  |
|--------------|-------------|------------|-------|-------|----------|-------|--------|--|
| Beskrivning  | Start datum | Slut datum | Dagar | Kwt   | Pris/dag | Rabat | Pris   |  |
| M170L_115    | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1164  | 160      | 0     | 7680   |  |
| M170L_242    | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1164  | 160      | 0     | 7680   |  |
| M190Y_50     | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1094  | 140      | 0     | 6720   |  |
| M170L_356    | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1164  | 160      | 0     | 7680   |  |
| M210X_74     | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1164  | 160      | 0     | 7680   |  |
| M210X_46     | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1164  | 160      | 0     | 7680   |  |
| M210X_42     | 2014-03-14  | 2014-03-19 | 6     | 145   | 160      | 0     | 960    |  |
| M190Y_29     | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1094  | 140      | 0     | 6720   |  |
| M210X_65     | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1164  | 160      | 0     | 7680   |  |
| mcs300_57    | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 2246  | 180      | 0     | 8640   |  |
| M170L_284    | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1164  | 160      | 0     | 7680   |  |
| M170L_360    | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1164  | 160      | 0     | 7680   |  |
| M190Y_28     | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1094  | 140      | 0     | 6720   |  |
| M170L_270    | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1164  | 160      | 0     | 7680   |  |
| M170L_291    | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1164  | 160      | 0     | 7680   |  |
| M170L_322    | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1164  | 160      | 0     | 7680   |  |
| M170L_273    | 2014-03-14  | 2014-05-01 | 48    | 1164  | 160      | 0     | 7680   |  |
| Hj fläkt_308 | 2014-03-15  | 2014-05-01 | 47    | 87    | 100      | 0     | 4700   |  |
| Hj fläkt_139 | 2014-03-15  | 2014-05-01 | 47    | 87    | 100      | 0     | 4700   |  |
| Hj fläkt_144 | 2014-03-15  | 2014-05-01 | 47    | 87    | 100      | 0     | 4700   |  |
| Hj fläkt_167 | 2014-03-15  | 2014-05-01 | 47    | 87    | 100      | 0     | 4700   |  |
| Hj fläkt_175 | 2014-03-15  | 2014-05-01 | 47    | 87    | 100      | 0     | 4700   |  |
| Hj fläkt_116 | 2014-03-19  | 2014-05-01 | 43    | 79    | 100      | 0     | 4300   |  |
| M170L_255    | 2014-03-20  | 2014-05-01 | 42    | 1018  | 160      | 0     | 6720   |  |
| Hj fläkt_309 | 2014-03-17  | 2014-05-01 | 45    | 83    | 100      | 0     | 4500   |  |
| Hj fläkt_310 | 2014-03-17  | 2014-05-01 | 45    | 83    | 100      | 0     | 4500   |  |
| Hj fläkt_177 | 2014-03-17  | 2014-05-01 | 45    | 83    | 100      | 0     | 4500   |  |
| Hj fläkt_281 | 2014-03-17  | 2014-05-01 | 45    | 83    | 100      | 0     | 4500   |  |
| Sub-total    |             |            |       | 21505 |          |       | 174440 |  |
| Total        |             |            |       | 21505 |          |       | 174440 |  |

| Beskrivning     | Besök | Antal | Pris/enhet | Rabat | Pris/total |
|-----------------|-------|-------|------------|-------|------------|
| reskostnad (km) | 11    | 20    | 7,90       | 0     | 158        |
| Sub-total       |       |       |            |       | 158        |

| Beskrivning     | Besök | Antal | Pris/enhet | Rabat | Pris/total |
|-----------------|-------|-------|------------|-------|------------|
| Fuktekniker (h) | 11    | 3     | 425        | 0     | 1275       |
| Sub-total       |       |       |            |       | 1275       |

### Bilaga 3. Miljövarudeklaration (EPD) Gyproc



## ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

*In accordance with ISO 14025 and ISO 21930*

### Gyproc® Normal – Standard Plasterboard

Verification Date : 2 July 2013

Version : 1.0



The environmental impacts of this product have been assessed over its whole life cycle. Its Environmental Product Declaration has been verified by an independent third party.

REGISTRATION N°

EPD №: S-P-00388



# Environmental Product Declaration

|| ISO 14025 & ISO 21930 || Approved according to ISO 14025: §8.1.4 || EPD\*PCR: 01 Construction Products ||

|| EPD Type: Cradle to grave || Year of study: 2012 – Valid until: 2018-06-30 ||



## Gyproc® Normal – Standard Plasterboard

|| EPD №: S-P-00388 || Market area: Sweden ||

Gyproc Normal is a standard plasterboard suitable for most interior building applications where normal levels of fire resistance, structural strength and sound insulation are specified. Gyproc Normal can be used in light weight building systems of 1 – 3 layers on a steel or timber framing. The tapered edge allows the use of joint filler to produce a durable joint reinforcement and a smooth, continuous, crack-resistant surface ready for priming and final decoration. The smooth surface of the paper lining is an ideal base for decoration with wallpaper or by painting. It is 12.5 mm thick, available in 900 mm (GNE 13) and 1200 mm width (GN 13).

### Product information:

Functional unit (FU): m<sup>2</sup> installed plasterboard with expected service life of 50 years

Expected service life of building: 50 years

Service life of product: 50 years

Thickness: 12.5 mm

Place of manufacture: Kalmarleden 50, 746 37 Bålsta, Sweden

The attached EPD models a service life of 50 years. In reality, the product and building service life may exceed the timescale modelled, in which case the impacts would be spread over an extended period, but 50 years was used here to conform to the requirements set out in the Saint-Gobain Methodological Guide and ensure transparency.

### Product specification:

| Material    | Part % | Quantity kg/FU |
|-------------|--------|----------------|
| Gypsum      | 95.5   | 8.60           |
| Paper liner | 3.8    | 0.34           |
| Additives   | 0.7    | 0.06           |
| SUM         | 100.0  | 9.00           |

Declaration compiled by:  
Vikki Holme, Rosie Ryan and Ivan Mårtensson  
Contact person: Ivan Mårtensson  
Telephone: +46171415452  
Email: [ivan.martensson@gyproc.com](mailto:ivan.martensson@gyproc.com)

| Environmental Indicators per FU: |      |                                |
|----------------------------------|------|--------------------------------|
| Climate Change – Global Warming  | 2.83 | kg CO <sub>2</sub> equivalents |
| Water consumption                | 12.5 | litres                         |
| Energy use                       | 47.9 | MJ                             |
| Recycled materials use           | 53.5 | %                              |

Verification of data:  
Independent verification of data and other environmental information has been carried out by Elin Eriksson at IVL Swedish Environmental Research Institute in accordance with ISO14025, §8.1.3

About The International EPD® System: EPDs within the same product category but from different programmes may not be comparable. For more information — [www.enviromed.com](http://www.enviromed.com)  
A critical review has been carried out by Michaël Medard (Saint-Gobain) in accordance with ISO 14044 clause 6.

## 1. Product characterisation

### 1.1. Definition of the functional unit (FU)

1 m<sup>2</sup> of installed building board with a specified function and an expected average service life of 50 years (packaging included).

Note: Gyproc Normal – Standard Plasterboard is installed with the use of screws, jointing compound and jointing tape; these are therefore included in the assessment.

### 1.2. Data type and quantity for the calculation of the functional unit (FU)

| Quantity of product contained in the functional unit on the basis of a reference service life |                         |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Average thickness:                                                                            | 12.5 mm                 |                               |
| Total weight:                                                                                 | 9.00 kg/m <sup>2</sup>  |                               |
| Amount of gypsum used:                                                                        | 8.60 kg/m <sup>2</sup>  | (95.5 %)                      |
| Paper lining used:                                                                            | 0.34 kg/m <sup>2</sup>  | (3.8 %)                       |
| Various additives used:                                                                       | 0.06 kg/m <sup>2</sup>  | (0.7 %)                       |
| Distribution packaging                                                                        |                         |                               |
| Polyethylene:                                                                                 | 0.002 kg/m <sup>2</sup> |                               |
| Recycled Gypsum Dunnage:                                                                      | 0.26 kg/m <sup>2</sup>  |                               |
| Additional product                                                                            |                         |                               |
| Complementary products (type and quantity) to 1 m <sup>2</sup> for installation are:          |                         |                               |
| Screws:                                                                                       | 8 pc/m <sup>2</sup>     | (each 1.25 g/pc) Steel screws |
| Jointing Compound:                                                                            | 0.33 kg/m <sup>2</sup>  | Commonly plaster compound     |
| Jointing Tape:                                                                                | 1.23 m/m <sup>2</sup>   | Commonly paper based tape     |

### Justification of quantities supplied

The rate of scrap during the installation of the board and additional products is estimated to be 1.3 % per FU.

Maintenance (including partial replacement if necessary): No maintenance or replacement is expected during the life time and this is therefore not modelled.

### Allocation rules

Gyproc AB produces Gyproc Normal along with other products. In order to calculate the LCA, a proportion of the consumption of production inputs (energy, raw materials etc.) and the production of outputs (emissions, waste etc.) have been allocated to Gyproc Normal.

The allocation has been made relative to the mass of the product.

### Consumption of chemicals on the Swedish observation list

None

### 1.3. Technical characteristics and useful information not included in the functional unit

Gyproc Normal contains 95.5 % gypsum in a blend of Flue Gas Desulphurised Gypsum (DSG), recycled gypsum and natural gypsum. Recycled gypsum (DSG, Reprocessed internal gypsum production residue, Recycled Construction and Demolition Waste Gypsum) makes up 52 % of the gypsum blend.

The life cycle inventory data set out in section 2 has been calculated for the functional unit defined in The International EPD® System PCR 01.

### 1.4. System boundary

| Building life cycle information |           |               |                            |                                   |                           |                               |                          |                               |                                 |                   |           |                  |          |
|---------------------------------|-----------|---------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------|------------------|----------|
| A 1 - 3                         |           |               | A 4 - 5                    |                                   | B 1 - 7                   |                               |                          |                               |                                 | C 1 - 4           |           |                  |          |
| Product stage                   |           |               | Construction Process stage |                                   | Use stage                 |                               |                          |                               |                                 | End of Life stage |           |                  |          |
| A1                              | A2        | A3            | A4                         | A5                                | B1                        | B2                            | B3                       | B4                            | B5                              | C1                | C2        | C3               | C4       |
| Raw material supply             | Transport | Manufacturing | Transport                  | Construction installation process | Use                       | Maintenance (Incl. transport) | Repair (Incl. transport) | Replacement (Incl. transport) | Refurbishment (Incl. transport) | Deconstruction    | Transport | Waste processing | Disposal |
|                                 |           |               | Scenario                   | Scenario                          | Scenario                  | Scenario                      | Scenario                 | Scenario                      | Scenario                        | Scenario          | Scenario  | Scenario         | Scenario |
|                                 |           |               |                            |                                   | B6 Operational energy use |                               |                          |                               |                                 |                   |           |                  |          |
|                                 |           |               |                            |                                   | Scenario                  |                               |                          |                               |                                 |                   |           |                  |          |
|                                 |           |               |                            |                                   | B7 Operational water use  |                               |                          |                               |                                 |                   |           |                  |          |
|                                 |           |               |                            |                                   | Scenario                  |                               |                          |                               |                                 |                   |           |                  |          |

Included

Excluded

## 2. Contribution of the product to environmental impacts in accordance with EPD® PCR 01 §11.2.4

All these impacts are reported or calculated in accordance with §11.2.4 of The International EPD® System PCR 01 and §9.4 of the Saint-Gobain Methodological Guide and the data below are derived from the process of life cycle analysis.

The units of reference are defined by The International EPD® System PCR 01 §5 and the totals per functional unit (FU) are related to the Typical Life Time (TLT) of the product i.e. 50 years.

| Nº | Flow                                                                  |                     | Environmental Impact per FU |                                                             |                    |              |           |                   |                        |
|----|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|-----------|-------------------|------------------------|
|    |                                                                       |                     | Unit                        | Production stage                                            | Construction stage |              | Use stage | End of Life stage | Reference service life |
|    |                                                                       |                     |                             |                                                             | Transport          | Installation |           |                   |                        |
| 1  | Total primary energy                                                  |                     | MJ                          | 44.55                                                       | 0.22               | 3.00         | 0.0       | 0.1030            | 47.9                   |
|    | Renewable energy                                                      |                     | MJ                          | 2.65                                                        | 0.0003             | 0.4652       | 0.0       | 0.0001            | 3.11                   |
|    | Non-renewable energy                                                  |                     | MJ                          | 41.90                                                       | 0.22               | 2.51         | 0.0       | 0.1028            | 44.7                   |
| 2  | Abiotic resource depletion (ADP) in (Sb) antimony equivalents         |                     | kg                          | 0.0169                                                      | 0.0001             | 0.0010       | 0.0       | 0.0000            | 0.0180                 |
|    | Renewable material                                                    |                     | kg                          | Paper liner: This material is made of recycled paper fibres |                    |              |           |                   | 0.34                   |
|    | Non-renewable material                                                |                     | kg                          | Natural gypsum: This is an infinitely recyclable mineral    |                    |              |           |                   | 4.13                   |
| 3  | Water consumption                                                     |                     | litre                       | 10.51                                                       | 0.0205             | 1.9135       | 0.0       | 0.0098            | 12.5                   |
| 4  | Recovered waste (total)                                               |                     | kg                          | 0.9150                                                      | 7.537E-08          | 0.0662       | 0.0       | 4.68              | 5.66                   |
|    | Disposed of waste                                                     | Hazardous waste     | kg                          | 0.0420                                                      | 5.201E-06          | 0.0004       | 0.0       | 2.478E-06         | 0.0424                 |
|    |                                                                       | Non-hazardous waste | kg                          | 0.0348                                                      | 3.396E-06          | 0.0670       | 0.0       | 4.32              | 4.4                    |
|    |                                                                       | Inert waste         | kg                          | 0.9244                                                      | 9.034E-06          | 0.0403       | 0.0       | 4.298E-06         | 0.965                  |
|    |                                                                       | Radioactive waste   | kg                          | 4.765E-04                                                   | 3.465E-06          | 4.003E-06    | 0.0       | 1.646E-06         | 0.000486               |
| 5  | Climate change in CO <sub>2</sub> equivalents                         |                     | kg                          | 2.65                                                        | 0.02               | 0.15         | 0.0       | 0.01              | 2.83                   |
| 6  | Acidification potential in SO <sub>2</sub> equivalents                |                     | kg                          | 0.0317                                                      | 0.0001             | 0.0006       | 0.0       | 0.0001            | 0.0324                 |
| 7  | Ozone depletion potential (ODP)                                       |                     | No emission of CFCs or HFCs |                                                             |                    |              |           |                   | N/A                    |
| 8  | Photochemical ozone creation potentials (POCP) in ethene equivalents  |                     | kg                          | 0.0021                                                      | 0.0000             | 3.028E-05    | 0.0       | 1.072E-05         | 0.00220                |
| 9  | Eutrophication potential in PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> equivalents |                     | kg                          | 0.0082                                                      | 2.567E-06          | 0.0002       | 0.0       | 0.0028            | 0.0112                 |

Electricity model: Production of electricity in Sweden (2004), predefined in TEAM (CO<sub>2</sub> factor: 1.03954 g/MJ).  
See reading guide, page 5

## Bilaga 4. Miljövarudeklaration (EPD) Rockwool

### Environmental Declaration ISO 14025

epd-norge.no  
The Norwegian EPD Foundation

#### Rockwool Products

**ROCKWOOL®**  
BRANNSIKKER ISOLASJON



NEPD no: 131E

Approved according to ISO 14025, § 8.1.4

Approval date: 01.12.2009

Valid until: 01.12.2012

Sunn Fossdal

Verification:

Independent verification of this declaration and underlying documentation has been carried out by Agnes Schuurmans, Rockwool Benelux, BV, the Netherlands in accordance with ISO 14025, § 8.1.3

Anders

30-11-2009

This declaration has been prepared by:

Anders Ulf Clausen: Rockwool International A/S

Anders Ulf Clausen

30-11-2009

PCR: NPCR 012 Insulation materials, approved by the Norwegian verification committee, has been applied.

About EPD: EPD's from other program operators than The Norwegian EPD Foundation may not be comparable.

#### Information on producer

Organisation

AS Rockwool <http://www.rockwool.no>

Address

Gjerdrumsvei 19, Postbox 4215; Nydalen; Oslo

Contact person

Jens Ole Iversen, Kvalitetschef Rockwool SC

Organisation no

923828583

ISO 14001:

DNKFR09000561B (15-10-2009))

### Information about the product and the LCA

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Product description</b>        | Rockwool Steinull (stone wool) is a non combustible thermal insulation material for insulation against heat, cold, fire, vibration and noise. Rockwool is made from stone raw materials [1]. The product is used in building construction, industry, rail and marine applications. The EPD applies to Rockwool stone wool according to the EN 13162. |
| <b>Coverage of LCA and EPD</b>    | Complete "Cradle to grave" declaration. Energy savings during use calculated separately. Maintenance and replacements n.a. Main processes are site-specific data from 2002; production of raw materials are literature data and specific supplier data.                                                                                              |
| <b>Functional unit (NPCR 012)</b> | The functional unit (FU) is 1 m <sup>2</sup> insulation, with a thermal resistance of 1 m <sup>2</sup> *K/W; used as insulation in a building with the expected lifetime equal to the building lifetime >>60 years. Lambda(d) =0.037W/m*K; Density 32 kg/m <sup>3</sup> ; (Weight = 1.184 kg)                                                        |
| <b>Estimated durability</b>       | Building lifetime >> 60 years                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Production site</b>            | EPD is based on production in Doense (DK). The environmental impacts are judged to be representative for most European production facilities. For Norwegian production, the impacts may be lower due to differences in electricity production.                                                                                                       |
| <b>Market description</b>         | The EPD is valid for products on the Scandinavian market (N, SE, DK)                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Table 1. Material use per (FU) from [2]

| Final product              | Relative weight of components | Per (FU) |
|----------------------------|-------------------------------|----------|
| Product weight             | 100 %                         | 1.184 kg |
| Stone wool fibres          | 97.8 %                        | 1.158 kg |
| Binder (resin)             | 2.2 %                         | 0.023 kg |
| Highly refined mineral oil | 0.2 %                         | 0.002 kg |
| LDPE (packaging)           |                               | 0.021 kg |
| Wood (pallets)             |                               | 0.050 kg |

#### Environmental indicators

Global warming potential 1449 g CO<sub>2</sub> equivalents per FU [2]

Total energy consumption 20.8 MJ per FU [2]

Recirculated materials 23 %

Indoor climate classification: Pass Finnish M1 indoor climate label [3] and Danish/Norway indoor climate label [3]

## End of life considerations

The Rockwool insulation articles are non hazardous and shall be disposed of according to local legislation. Traditionally, the main disposal route for stone wool in many countries has been land filling. Recycling into new insulation is today also a viable option, as is recycling in low-grade applications like road construction. In no case can emissions from the used product be expected. The latter route – low grade recycling - has been assumed in this EPD.

## System boundaries

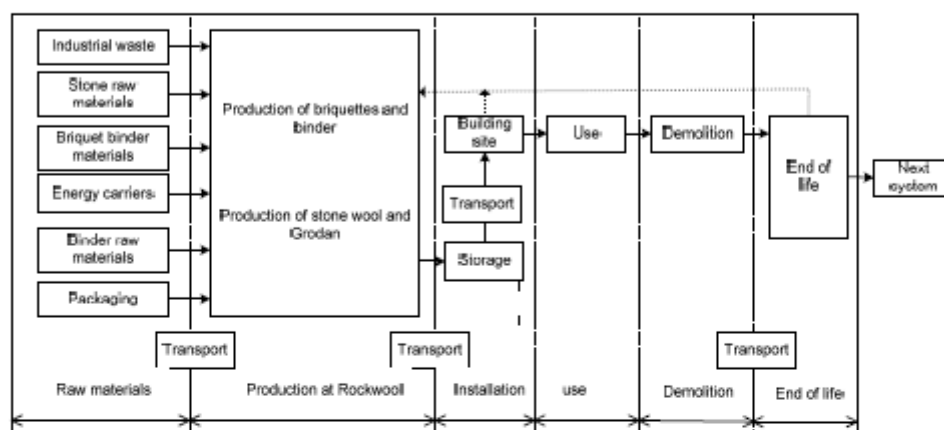


Figure 1. System boundaries for Rockwool stone wool declaration

## Regulatory information on product and binder chemicals

Table 6. Identification and EU classification of the product as well as binder raw materials not found in final product

|                   | C.A.S. number | Amount (% w/w) | Classification and labelling Regulation (CE) n°1272/2008 |
|-------------------|---------------|----------------|----------------------------------------------------------|
| Stone wool fibres | 287922-11-6   | 96-99%         | Not classified                                           |
| Urea              | 57-13-6       | na             | Not classified                                           |
| Phenol            | 108-95-2      | na             | Muta 2, Acute Tox 3, Stot RE 2, Skin Corr. 1B            |
| Formaldehyde      | 50-00-0       | na             | Carc. 2, Acute Tox. 3, Skin Corr. 1B, Skin Sens. 1       |
| Ammonia solution  | 1336-21-6     | na             | Skin Corr. 1B, Aquatic Acute 1                           |

### Regulatory status

Classification and labelling have been determined according to EU Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC (including amendments), the regulation (CE) n° 1272/2008 and take into account the intended product use.

Risk phrases: Rockwool Insulation products are not classified according to EU legislation.

## References

- [1] Dahl TW, Clausen AU and Hansen PB. (2009). The human impact on natural rock reserves using basalt, anorthosite, and carbonates as raw materials in insulation products', International Geology Review, 99999:1. First Published on: 30 October 2009
- [2] Schmidt AC, Jensen AA, Clausen AU, Kamstrup O and Postlethwaite D (2004). A Comparative Life Cycle Assessment of Building Insulation Products made of Stone Wool, Paper Wool and Flax" Part 1: Background, Goal and Scope, Life Cycle Inventory, Impact Assessment and Interpretation. Int J LCA 9 (1) 53 – 66 (2004).
- [3] Finnish M1 indoor climate label: [www.rts.fi/emission\\_classification\\_of\\_building\\_materials.htm](http://www.rts.fi/emission_classification_of_building_materials.htm)
- [4] Danish Indoor Climate label: [www.teknologisk.dk/specialister/253](http://www.teknologisk.dk/specialister/253)
- [4] Umwelt-Produktdeklaration (2008). Unkaschierte bzw. Unbeschichtete kunstharzgebundene Steinwool-Dämmstoffe. Institut Bauen und Umwelt. Deklarationsnummer EPD-DRW-2008112-D.