



Examensarbete

Byggingenjörprogrammet 15hp

Jämförande analys av hållbara isoleringsmaterial: Greenline EPS mot traditionell EPS

Huvudområde: Hållbart byggande

Halmstad 2025-05-20

Ali Ahmedi



HÖGSKOLAN
I HALMSTAD

Disposition

Titeln	Jämförande analys av hållbara isoleringsmaterial: Greenline EPS mot traditionell EPS
Författare	Ali Ahmedi
Akademi	Halmstad universitet
Handledare	Adel younis
Examinator	Mohsen Soleimani
Tid	Vårtermin 2025
Sidor	39
Nyckelord	Isolering, väggkonstruktion, återvunnen EPS, multikriterieanalys, livscykelanalys (LCA), livscykelkostnadsanalys (LCCA), klimatdeklaration, energianvändning.

Sammanfattning

Introduktion:

Byggbranschen i Sverige står inför utmaningarna att minska klimatavtrycket samtidigt som energieffektivitet och bekvämlighet fortfarande är högt prioriterade målområden. Historiskt sett har expanderad polystyren (EPS) varit ett populärt isoleringsmaterial, men dess fossila ursprung och stora miljökonsekvenser har väckt frågor kring hållbarheten. I denna studie utförs en jämförande analys av hållbara isoleringsmaterial och traditionella EPS för att bedöma deras miljömässiga, tekniska och ekonomiska fördelar. Syftet med studierna är att bidra till ett mer hållbart val av material i linje med EU:s klimatmål och Boverkets krav på klimatdeklaration

Metod:

Studien kombinerad analys av livscykeln (LCA), kostnadseffektivitetsanalys av livscykeln (LCC) och multikriterieanalys i ett projekt där en svensk enfamiljsvilla (Villa Altermyran) användes som fallstudier, där isoleringen av ytterväggarna byttes ut mot Greenline EPS-materialet. I LCA:n undersöktes produktionsfaserna (A1-A5), med användning av information från Bewis miljöproduktdatablad (EPD), medan LCC:n beräknas de totala kostnaderna inklusive material, installation och framtida underhållskostnad. 3D-modellering och klimatberäkningsarbete utförs med hjälp av programmen Revit och BidCon.

Resultat & Analys:

- LCA:Greenline EPS visade en 66 % lägre klimatpåverkan (0,57 kg CO_{2e}/m³) jämfört med traditionell EPS (1,63 kg CO_{2e}/m³) med tjocklek på 38mm, främst tack vare lokal återvinning och reducerad transport.
- LCC:Greenline EPS hade 25 % högre initialkostnad, men långsiktiga besparingar från lägre klimatverkan och spillhantering kompenserade delvis för detta.
- Termisk prestanda: Båda materialen uppvisade liknande lambda-värden (~0,035 W/mK) och krävde samma tjocklek för att uppnå samma U-värde.
- I multikriterieanalysen, som vägde klimatpåverkan (60 %), kostnad (30 %) och teknik (10 %), rankade Greenline EPS som mest fördelaktigt. Traditionell EPS hamnade sist på grund av hög miljöpåverkan.

Diskussion:

Metoderna visade på tydliga fördelar med Greenline EPS, men vissa begränsningar noterades:

- **BIM-verktyg:** BidCon och Revit erbjöd detaljerade analyser men krävde manuell datainmatning, vilket ökade risken för fel.
- **Avgränsningar:** Studien fokuserade enbart på produktionskedjan (A1–A5). Framtida arbete bör inkludera hela livscykeln (t.ex. återvinning i fas C).
- **Policies:** Resultaten understryker behovet av subventioner för hållbara material och utbildning av byggaktörer.

Title A Comparative Analysis of Sustainable Insulation Materials: Greenline EPS vs. Traditional EPS

Author Ali Ahmedi

School University of Halmstad

Supervisor Adel Younis

Examiner Mohsen Soleimani

Period Spring 2025

Pages 39

Keywords Insulation, wall construction, recycled EPS, multi-criteria analysis, LCA, LCCA, climate declaration, energy use.

Abstract

This thesis presents a comparative analysis of sustainable insulation materials and traditional expanded polystyrene (EPS) in Swedish residential construction. The purpose is to assess the environmental, technical, and economic aspects of these materials to support more sustainable choices in accordance with climate goals and national regulations.

The methodology combines life cycle assessment (LCA), life cycle cost analysis (LCCA), and multi-criteria analysis, using a case study of a Swedish single-family house. The LCA focuses on the production phases (A1-A5) based on environmental product declarations (EPD), while the LCCA evaluates total costs, including materials, installation, and maintenance. BIM tools such as Revit and BidCon were used for 3D modeling and climate impact calculations.

The results indicate that sustainable insulation materials can offer up to 66% lower climate impact compared to traditional EPS. Although sustainable materials generally have a higher initial cost, long-term savings and reduced waste can compensate for this difference. Both types of insulation materials showed similar thermal performance, requiring the same thickness to achieve the desired U-value. The multi-criteria analysis, which weighted climate impact, cost, and technical performance, ranked sustainable insulation materials as the most advantageous option. The study concludes that sustainable insulation materials are a promising alternative for reducing the climate impact of the construction sector. However, the analysis is limited to the production phase, and future studies should include the full life cycle and consider policy measures to encourage the broader adoption of sustainable materials.

Förord

Detta examensarbete utfördes vårtermin 2025 vid högskolan i Halmstad som omfattar 15 högskolepoäng av byggingenjörsprogrammet. Arbetet genomfördes i samarbete med BEWI AB.

Jag vill särskilt uttrycka min tacksamhet till min handledare Adel Younis vid högskolan i Halmstad för hans enastående engagemang och stöd under arbetets gång.

Ett stort tack riktas även till Ahmad Nazal industrihandledare vid BEWI, för hans ovärderligt bidrag i form av praktiska insikter, tekniska expertis inom branschen och tillgång till forskningsdata. Hans kontinuerliga stöd och vilja att dela med sig av sin kunskap har varit en viktig resurs för arbetets utveckling.

Detta examensarbete utgör en viktig del av vår utbildning. Genom projektet har vi fått möjlighet att omsätta våra teoretiska kunskaper i ett konkret och yrkesrelevant sammanhang, vilket har stärkt vår förståelse för byggbranschens komplexitet och krav. Erfarenheterna vi har fått under arbetets gång har inte bara fördjupat vår ämneskompetens, utan även utvecklat vår förmåga att arbeta metodiskt, analysera problemställningar och samarbeta med aktörer inom näringslivet. Färdigheter som vi kommer att bära med oss i vår framtida yrkeskarriär.

Ali Ahmedi

Halmstad, maj 2025

Begreppslista

A1–A5	Byggskedets faser i LCA: Råvarutillverkning (A1), Transport (A2), Produktion (A3), Transport till byggplats (A4), Byggprocess (A5).
BidCon	Byggnadsinformationsmodelleringsverktyg för kostnad och Klimatberäkningar.
BIM	Byggnadsinformationsmodellering (Building Information Modeling). Användes i Revit och BidCon för 3D-modellering och analys.
Cirkulär ekonomi	Ett system där material återanvänds eller återvinns för att minimera avfall och resursförbrukning.
EPD	Miljövarudeklaration (Environmental Product Declaration) standardiserad dokumentation som beskriver en produkts miljöpåverkan baserat på livscykelanalys.
EPS	Expanderad polystyren- Ett lätt petroleum-baserat isoleringsmaterial med hög termisk isoleringsförmåga.
EN 15804	Europeisk standard för LCA inom byggsektor. Användes som ramverk för klimatdeklarationer.
GWP	Global warming potential. På svenska växthuspotential är ett mått som används för att beskriva hur något påverkar den globala uppvärmningen.
Lambda-värde (λ)	Materialets värmeledningsförmåga (W/mK). Användes för att jämföra termisk prestanda mellan Greenline EPS och traditionell EPS.
(LCA)	Livscykelanalys-Metod för att analysera en produkts miljöpåverkan från råvarutillverkning till avfallshantering.
(LCCA)	Livscykelkostnadsanalys-Analys av totala kostnader över en produkts livslängd, inklusive installation, underhåll och rivning.
SS-EN 15978	Svensk standard för hållbarhetsbedömning av byggnader. Användes i LCA-beräkningar.
U-värde	Värmegenomgångskoefficient. Nyckeltal för att mäta isoleringsmaterialens effektivitet.

Innehåll

1	Introduktion	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.1.1	Klimatdeklaration för hållbart byggande: En översikt.....	1
1.1.2	Framtida isoleringsmaterial.....	1
1.1.3	BEWI.....	2
1.2	Problemformulering och frågeställning	2
1.2.1	Problemformulering	2
1.2.2	Frågeställningar	3
1.3	Syfte	4
1.4	Avgränsningar.....	4
1.4.1	Materialval	4
1.4.2	Tidsram.....	4
1.4.3	Tekniska egenskaper	5
1.4.4	Geografiskt område	5
1.4.5	Byggnadstyp.....	5
1.4.6	livscykelanalys (LCA) och livscykelkostnader (LCC)	5
2	Hållbara isoleringsmaterial.....	6
2.1	Allmänt om EPS (Expanderad Polystyren)	6
2.1.1	Tillverkning av EPS	7
2.1.2	miljöutmaningar	7
2.2	Biobaserade alternativ.....	8
2.2.1	Prestandajämförelse: Bio-baserade foam vs. Expanderad polystyren (EPS)...	8
2.2.2	tillverkningsmetoder för bio-baserade foam: processer och material	10
2.3	Återvunnet material (Greenline EPS)	10
2.3.1	GREENLINE EPS: Prestanda och miljöfördelar	11
2.3.2	Produktion av GREENLINE EPS	11
3	Teori	13
3.1	LCA	13
3.2	LCA inom Byggbranschen	14
3.3	termisk och fuktrelaterade parametrar hos isoleringsmaterial	16
3.3.1	Termiska egenskaper hos EPS	17

3.4 Tidigare studier	17
4 Metod och genomförande	19
4.1 frågeställningens koppling till metodval.....	19
4.2 Tidsplanering och datainsamling	20
4.2.1 Förstudie.....	20
4.2.2 litteraturstudie.....	20
4.3 Beräkningsmetoder och analysverktyg	22
4.3.1 Teoretiska beräkningar:.....	22
4.3.3 Energiberäkning.se:.....	22
4.3.4 Revit	23
4.3.5 BidCon:	23
4.4 Analysmetoder	23
5 Resultat	25
5.1 Dokumentanalys	25
5.2 Fallstudie.....	25
5.3 Teoretiska beräkningar	26
5.4 Energiberäkning	26
5.5 Revit modellering	26
5.6 Livscykelanalys (Bidcon)	28
5.7 Livscykelkostnadsanalys	31
5.8 Multikriterieanalys.....	32
Valda kriterier och bedömningsdimensioner	33
Resultat av MK.....	34
6. Diskussion och slutsatser.....	35
6.1 Reflektion.....	35
6.2 metoddiskussion.....	36
6.3 resultatdiskussion.....	37
6.4 Slutsatser och rekommendationer	38
Referenser.....	I
Andra webbplatser	IV
Bilagor	V
Bilaga A	VII
Bilaga B	XXI

Bilaga C	XXII
Blaga D	XXIV
Bilaga E.....	XXVIII
Bilaga F.....	XXXI

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Den globala byggsektorn står inför en rad allvarliga utmaningar, särskilt med avseende på klimatförändringar, resursbrist och miljöförstöring. Byggsektorn är en av de mest energiintensiva sektorerna och den står för cirka 30% av den globala energikonsumtionen (Chen, L., et al. 2023). Dessutom står byggindustrin för en del av den globala materialförbrukningen, vilket innebär att det finns ett akut behov av att implementera mer hållbara byggmetoder (Burciaga, 2020). Det är avgörande att utforska och utveckla innovativa lösningar som minskar den negativa miljöbelastningen från byggindustrin.

1.1.1 Klimatdeklaration för hållbart byggande: En översikt

För att stärka hållbarheten inom byggsektorn har Boverket infört ett lagstadgat krav på klimatdeklarationer vid nybyggnation, vilket trädde i kraft den 1 januari 2022. Detta innebär att en bedömning av klimatpåverkan från byggskedet A1–A5 inklusive råvaruutvinning, produkttillverkning, transporter och byggarbete måste genomföras i samband med bygglovsansökan (Boverket, 2021). Syftet med kravet är att minska utsläppen av växthusgaser, öka medvetenheten om byggindustrin klimatavtryck samt främja användningen av livscykelanalyser (LCA) som beslutsunderlag i byggprojekt (Backes & Traverso, 2021). Genom att synliggöra klimatpåverkan i tidiga skeden av byggprocessen kan mer hållbara val göras, vilket i sin tur stärker byggsektorns resiliens och bidrar till uppfyllelsen av de globala målen för hållbar utveckling (Fuldauer et al., 2021).

1.1.2 Framtida isoleringsmaterial

Biobaserat material och gröna byggtekniker har under de senaste decennierna vuxit fram som viktiga lösningar i övergången mot mer hållbara byggmetoder. Dessa material framställs från förnybara råvaror såsom trä, växter, alger och andra organiska resurser, vilket skiljer dem från traditionella, fossilbaserade alternativ (Timm, JFG et al., 2023). Deras användning kan inte bara minska beroendet av fossila bränslen, utan även bidra med värdefulla fördelar i form av lägre klimatpåverkan och stöd till en cirkulär ekonomi.

Den cirkulära ekonomin syftar till att förlänga livscykeln för produkter och material genom återanvändning, reparation, renovering och återvinning, vilket står i kontrast till det linjära systemet av ”ta–tillverka–slänga”. Inom byggbranschen innebär detta och ökat efterfrågan på biobaserat material som gör en mer hållbar resursanvändning och minskar mängden avfall (Le, DL, Salomone, R. & Nguyen, QT. 2023).

Trots de många miljömässiga och tekniska fördelarna med biobaserade produkter kvarstår utmaningar. Bland dessa märks tekniska begränsningar, höga produktionskostnader och måste av att stärka upp tillverknigen för att möta den växande efterfrågan. Därtill krävs ökad medvetenhet och acceptans från både näringsliv och konsumenter för att dessa material ska bli ett naturligt val inom byggsektorn (Ghisellini, P., et al. 2024).

För att främja en bredare användning av biobaserade produkter är samarbetet mellan akademi och industri avgörande. Genom att integrera forskningsresultat i praktisk tillämpning och policyutveckling kan byggsektorn snabbare anpassa sig till nya miljökrav och bidra till en långsiktig hållbar framtid (Hajikhani, A., & Suominen, A. 2021).

1.1.3 BEWI

Bewi är ett internationellt företag som specialiserar sig på lösningar för hållbar utveckling, med fokus på isoleringsmaterial, förpackningar och komponenter tillverkad av expanderat polystyren (EPS) och andra innovativa material. Företaget har sitt ursprung från norge och har vuxit till en ledande aktör inom sitt område och har idag ett stort utbud av hållbara material över hela Europa. Bewis vision är att bidra till en mer hållbar framtid genom att erbjuda energieffektiva och miljövänliga produkter som minskar klimatpåverkan och främjar en cirkulär ekonomi.

Bewi har positionerat sig som en pionjär inom hållbar utveckling genom att ständigt satsa på återvinning och användning av biobaserade material i sina produkter. Genom att integrera biobaserade material i produktionsprocessen av byggkomponenter har bewi lyckats minimera sin klimatpåverkan och utsläpp av växthusgaser. Denna satsning är särskilt relevant i en tid då byggsektorn och andra industrier efterfrågar mer hållbar alternativ.

För detta examensarbete har Bewi valts som samarbetspartner på grund av företagets starka engagemang för hållbarhet och innovation inom området för isoleringsmaterial och förpackningslösningar. Genom samarbetet med Bewi får examensarbetet tillgång till företagets kunskap, resurser och nätverk, vilket bidrar till en stark grund för forskning och analys. Bewis engagemang för att stödja akademiskt arbete och deras öppenhet för nya idéer och perspektiv gör dem till en idealisk partner för att utforska och utveckla lösningar som kan bidra till en mer hållbar framtid.

1.2 Problemformulering och frågeställning

1.2.1 Problemformulering

Fossila bränsle spelar en avgörande roll i vårt dagliga liv, där de används som energikällor och utgör basen för många av material och produkter som vi använder. Ett tydligt exempel

på detta är plast, som tillverkas av petroleum och länge har förknippats med stora miljöproblem. Användningen av fossila bränslen leder inte bara till utsläpp av växthusgaser, vilka bidrar till klimatförändringar, utan plastavfall har också blivit en allvarlig miljöfråga. Plast kan ta hundratals år att brytas ned, och under nedbrytningen frigörs ofta skadliga kemikalier som har negativa effekter på ekosystem och biologisk mångfald, hav och sjöar samt påverkar den luft vi andas (Kurniawati et al., 2025; Li, X., et al; Olubusoye et al., 2023).

För att bemöta dessa utmaningar erbjuder biobaserade och återvunna material ett mer hållbart alternativ. Biobaserat material, som kommer från förnybara resurser såsom växter och trä, minskar vårt beroende av fossila bränslen och har en lägre klimatpåverkan. Dessa material bryter ner naturligt under rätt förhållanden, vilket gör att de kan återintegreras i ekosystemet utan att lämna långvariga rester. Många av dessa produkter är biologiska nedbrytbara, vilket främjar en cirkulär ekonomi där avfall minimeras och material återanvänds (CBCI-projektet 2025).

Återvunna material innebär att redan använda material för hand och omvandlas till nya produkter. Denna process minskar behovet av att utvinna nya råvaror och reducerar det avfall som hamnar på deponier (Rakesh, C., et al 2023). Genom att kombinera biobaserade och återvunna material kan vi främja en mer resurseffektiv ekonomi. En sådan integration kan leda till minskat klimatavtryck och en övergång till en modell där material används mer effektivt, vilket gynnar både produktion och konsumtion (Fischer, L., & Losacker, S. 2025; Mazzoni, F., & Losacker, S. 2024).

För att åstadkomma denna förändring krävs det inte bara teknisk innovation, utan även en omställning i våra produktions- och konsumtionsmönster. Det behövs och utökas medvetenhet om hållbara metoder och resurshantering för att säkerställa att vi kan övervinna de utmaningar som fossilt beroende innebär. Genom att vidta åtgärder nu kan vi arbeta mot en mer hållbar och cirkulär framtid (Kurniawati et al., 2025; Shurrah et al., 2019).

1.2.2 Frågeställningar

Frågeställningen som kommer att besvaras i studien inkluderar:

- 1. Vilka är de största utmaningarna för implementeringen av hållbara isolerings produkter, särskilt inom bygg- och isolerings sektorn?**
- 2. Hur skiljer sig miljöpåverkan mellan Greenline och EPS baserat på en livscykelanalys (LCA)?**

3. **Hur presterar Greenline jämfört med EPS när det gäller termiska egenskaper, och vilka implikationer har detta för dess användning som isoleringsmaterial?**
4. **Vilka är de mest lovande biobaserade/återvunna isoleringsmaterialen ur ett hållbarhetsperspektiv, och hur kan dessa material optimeras för att möta framtida behov?**

Genom att besvara på dessa frågor syftar examensarbetet till att bidra med värdefulla och önskvärda information om hur implementering av biobaserade/återvunna material kan ske mer effektivt samt att ge en grund och förståelse om valet av isoleringsmaterial utifrån både miljömässiga och tekniska aspekter.

1.3 Syfte

Denna studie syftar till att använda och undersöka en modellbaserad livscykelanalys (LCA) bedömning där biobaserat och återvunnet isoleringsmaterial ställs mot traditionella byggmaterial. Denna undersökning har som mål att underlätta materialval med avseende på koldioxidutsläpp och investeringskostnader för ett standard familje hus.

Studien avser att bidra med kunskap som kan stödja hållbara beslut i byggbranschen, identifiera fördelar och utmaningar med att implementera dessa material, samt att bedöma deras potential att minska byggsektorns klimatpåverkan och främja återanvändning och resurseffektivitet.

1.4 Avgränsningar

1.4.1 Materialval

Studien avgränsas till att endast jämföra Greenline EPS (100 % återvunnen EPS) och traditionell EPS (fossilbaserad) som isoleringsmaterial. Andra biobaserade eller alternativa material (t.ex. biofoam, hampa eller cellulosa) inkluderas inte i den empiriska analysen. Diskussionen av biobaserade material i kapitel 2 syftar endast på att ge kontext till den bredare hållbarhetsdiskussionen inom isoleringssektorn, inte på att bedöma deras prestanda.

1.4.2 Tidsram

Studien avgränsas till att undersöka materialens prestanda och kostnader över en specifik tidsperiod 50 år. Andra tidsramar exkluderas.

1.4.3 Tekniska egenskaper

Endast isoleringsförmåga undersöks som teknisk egenskap. Andra tekniska aspekter, såsom hållfasthet, brandmotstånd eller ljudisolering, inkluderas inte i studien.

1.4.4 Geografiskt område

Studien baseras på generella data och antaganden som är tillämpliga för nordiska förhållanden, Det specifika geografiska läget är antaget till Halmstad.

1.4.5 Byggnadstyp

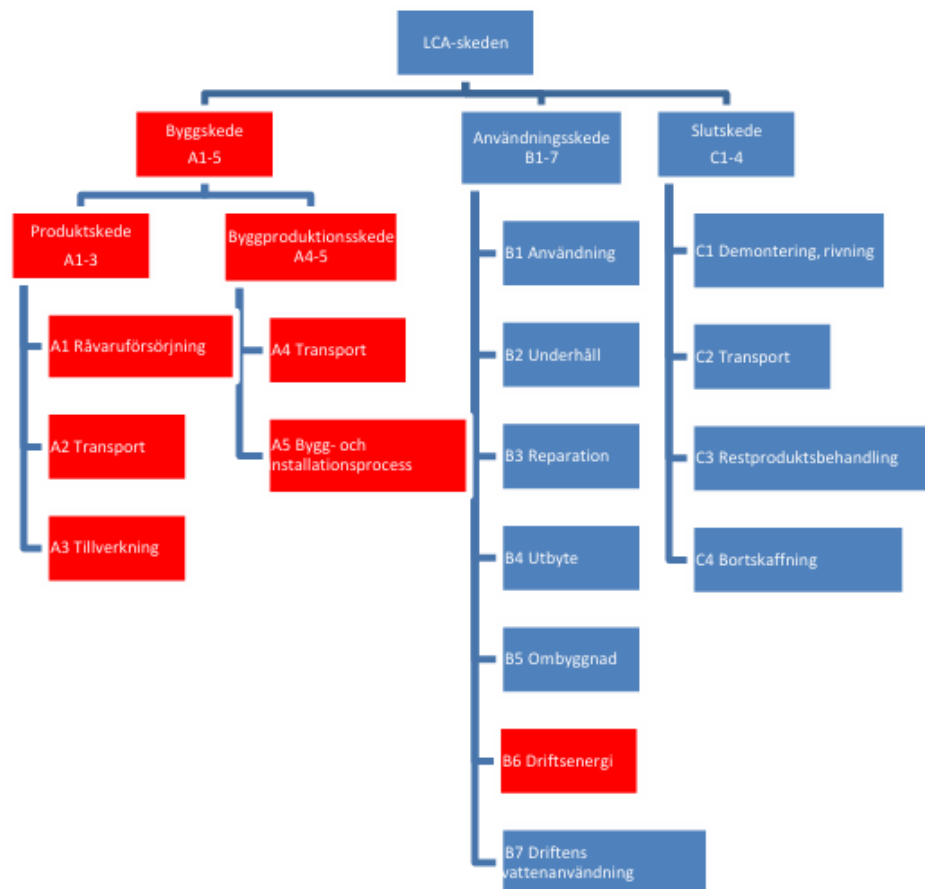
Studien begränsas till en standardvilla i Sverige, andra typer av byggnader är inte relevanta för studien.

1.4.6 livscykelanalys (LCA) och livscykelkostnader (LCC)

LCA och LCC avgränsas till följande faser enligt EN 15804:

- A1-A5 (materialproduktion, transport och byggprocess).
- B6 (Energianvändning under byggnadens driftsfas).

Andra faser såsom C (avfallshantering) och D (återvinning potential), inkluderas inte.



*Figur 1. Boverket (2021). Bild på olika skede i en livscykelanalys
källa: hämtad från "boverket.se"
obs: rödmärkta ingångsdata kommer att undersökas i studien.*

2 Hållbara isoleringsmaterial

I detta kapitel presenteras olika typer av isoleringsmaterial med fokus på deras tekniska och miljömässiga egenskaper. Syftet är att skapa en jämförande grund inför analysen i kapitel 5 och 6.

2.1 Allmänt om EPS (Expanderad Polystyren)

EPS är ett mångsidigt och effektivt material som har revolutionerat isoleringsindustrin. EPS utvecklades för första gången på 1940-talet av den amerikanska kemiföretaget Dow

chemical company. Ursprungligen användes materialet främst för militära ändamål, som flytande farkoster och isolering, men snart spreds användningen till civila applikationer. Under 1950 och 1960 talen blev EPS alltmer populärt inom byggindustrin då alltför upptäckte dess goda möjligheter för applikation inom väggar, tak och golv som isoleringsmaterial. Och idag är EPS en av de mest använda isoleringsmaterial globalt (Shen et al., 2020).



Figur 2: Bild på "Dow Chemical Company 1940" Källa: hämtad från "dow.com"

2.1.1 Tillverkning av EPS

Expanderat polystyren eller EPS, är ett syntetiskt material som har använts i över ett halvt sekel och Dess användningsområde sträcker sig över många branscher men det avses som en viktig komponent inom bygg och förpackningsindustrin. EPS tillverkas av expanderat polystyren, en plast som härstammar från petroleum, och genomgår en expansionsprocess där små polystyrenkolor värms upp med ånga vilket leder till att kolumna expanderas och smälter samman till en lätt, styv och porös struktur som består av 98 procent luft och endast 2 procent fast material. Den porösa strukturen har många fördelaktiga karakteristiska egenskaper på grund av dess unika uppbyggnad såsom låg vikt, god isoleringsförmåga samt hög återvinningsförmåga (ASTM International, 2021).

2.1.2 miljöutmaningar

Trots sina många fördelar har EPS också betydande miljöutmaningar. Som ett petroleumbaserad produkt är EPS beroende av fossila bränslen vilket bidrar med utsläpp

av växthusgaser som har stora konsekvenser relaterad till klimatuppvärmning. Dessutom är EPS ett icke biologiskt material vilket tyder på att EPS inte kan brytas ner naturligt. Om hantering av EPS inte görs på korrekt sätt kan det leda till långvariga miljöproblem som sätter sina spår på naturen i hundraårstal, särskilt i form av plastavfall som idag anses vara en global miljöutmaning.

2.2 Biobaserade alternativ

Byggbranschen idag har en unik utmaning när det gäller materialval. Många byggkomponenter är designade för att kunna hålla i decennier och ibland under hela byggnadens livslängd, utan att behövas bytas ut eller repareras. Det innebär att material som byggs in idag kommer att i slutändan förbli avfall om många år, vilket gör det väsentligt att redan nu välja ut rätt material som stödjer en hållbar framtid. Att använda produkter som är biologiskt baserade istället för konventionella fossilbaserade material är ett stort steg i rätt riktning.

Dessa material har som grund biologiskt ursprung vilket betyder att de tillverkas av förnybara och naturliga resurser som sockerrör eller trä. Detta är en optimal lösning på den pågående byggsektorns omställning där hållbarhet ligger som fokuspunkten. Genom att kartlägga denna alternativ kan vi bättre förstå hur byggsektorn kan minska sin klimatpåverkan och övergå till en mer cirkulär ekonomi.

Trots att biobaserade produkter erbjuder många fördelar när det gäller hållbarhet och miljöpåverkan, finns det dock vissa nackdelar som bör tas hänsyn till. Dessa nackdelar kan röra både den tekniska egenskaper och kostnader. Vilket kan begränsa lämpligheten av biobaserade material till specifika tillämpningar.

Ett framstående produkt på ett biobaserat material är **biofoam**, som tillverkas bland annat av det norska företaget BEWI i Norden. Biofoam är en biobaserad version av expanderad polystyren (EPS), som har goda potential att ersätta den petroleumbaserade polystyrenen i byggmarknaden.

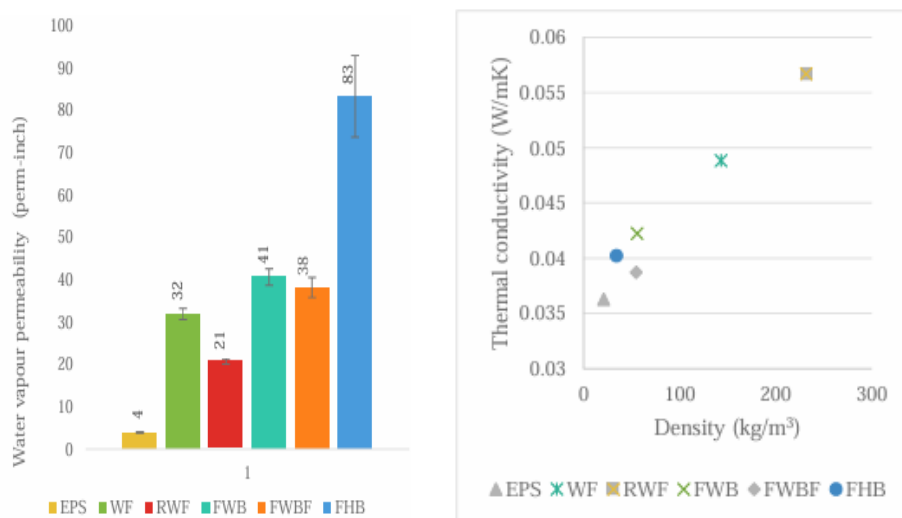
Biofoam tillverkas genom att använda förnybara råvaror, såsom sockerrör eller andra växtbaserade fibrer. Dessa råvaror genomgår en fermenteringsprocess där de omvandlas till etanol, som sedan omvandlas till etylen och slutligen till polystyren. Denna polystyren används sedan för att producera biofoam, som har identiska tekniska egenskaper som EPS med en betydligt mindre miljöbelastning (BEWI, 2023).

2.2.1 Prestandajämförelse: Bio-baserade foam vs. Expanderad polystyren (EPS)

Enligt en omfattande översikt av Wang et al (2024) i *journal of Bioresources and Bioproducts* biobaserade foam som är tillverkad av material såsom polyuretan (PU), polylaktid (PLA), polyhydroxialkanoat (PHA) och cellulosa har visat lovande resultat när

det gäller isoleringsförmåga och klimatpåverkan. Dock finns det fortfarande små brister relaterade till processbarhet, kompatibilitet och mekanisk hållfasthet jämfört med EPS (wang et al., 2024).

En undersökning av Lafond och blanchet (2020) i rapporten buildings analyserade hur bio-baserade isoleringsmaterial stod sig mot EPS. Resultaten indikerade att bio-baserade alternativ som hampa och träfibrer kan uppnå en termisk ledningsförmåga på ungefär 0,036–0,039 W/mK, vilket är jämförbart med EPS. Dock har bio-baserade material en högre vikt, vilket kan vara en nackdel i vissa applikationer. Till exempel EPS har en densitet på 21 kg/m³, medan densiteten hos biobaserade material som hampa och träfibrer varierar mellan 34 och 231 kg/m³ enligt Figur 3. Trots detta har bio-baserade material en betydligt bättre ånggenomsläpplighet, vilket gör dem mer lämpade för att hantera fuktproblem i byggnader. EPS har en ånggenomsläpplighet på endast 4 perm-inch, medan bio-baserade material som hampa kan uppnå upp till 83 perm-inch. Detta innebär att bio-baserade material kan effektivt transportera fukt och förhindra mögelbildning i byggnader, något som är en stor fördel jämfört med EPS, se figur nedan. (Lafond et al.,2020).



Figur3: Lafond och blanchet (2020). Diagram över "Värmeledningsförmågan/Vattenånga permeabilitet mellan bio-baserad och EPS" Källa: hämtad från artikeln " Technical Performance Overview of Bio-Based Insulation Materials Compared to Expanded Polystyrene".

2.2.2 tillverkningsmetoder för bio-baserade foam: processer och material

Tillverkning av bio-baserade skum innebär en rad olika processer beroende på vilket material som används. De vanligaste tillverkningsmetoderna för bio-baserade skum är **sprutgjutning, extrudering, varmpressning** och **skumformning**. Här är några vanliga exempel på olika bio-baserade skum respektive deras tillverkningsmetoder:

PU-skum:

PU-skum produceras genom att använda förnybara råvaror vegetabiliska oljor och lignin. Vegetabiliska oljor är en förnybar HVO-råvara. HVO står för hydrerad vegetabilisk olja och är en biodiesel som framställs genom hydrering (vätebehandling) av vegetabiliska oljor eller animaliska fetter. Lignin är biprodukt från pappersindustrin som har förmågan att omvandlas tillpolymer som används för att producera PU-skum. Processen innefattar ofta värmebehandling och kemiska modifieringar för att förbättra materialets egenskaper (Wang et al., 2024).

Polyaktid (PLA)-skum:

PLA produceras genom **ringöppningspolymerisation** av mjölksyra, som i sin tur produceras genom fermentering av stärkelse eller socker. PLA-skum kan skapas genom **extrudering** eller **batch-skumning**, där gas injiceras för att skapa en porösformstruktur. Dessa material är populära inom förpackningar och biomedicinska applikationer på grund av de biokompatibilitet och nedbarhet (Wang et al., 2024).

Cellulosa-baserade skum:

Cellulosa kan omvandlas till skumform genom att använda skumformningstekniker som tillåter cellulosafibrer kombineras med vatten och tillsatsmedel för att skapa en stabil struktur av skum. Processer som torkning och härdning gör detta material effektivt för användning inom isolering och förpackning. Hampa och träfibrer är särskilt unika och har stor potential för produktion av lågdensitetsisolering. Genom att applicera gasinjicering under tillverkningssteget kan man producera material som har en densitet mellan 40 och 100 kg/m³, vilket gör den konkurrenskraftiga mot EPS med avseende på termisk isolering (Lafond et al, 2020).

2.3 Återvunnet material (Greenline EPS)

Förutom biobasreade material är användning av **återvunnet material** en annan kritisk aspekt för att minska byggindustrins miljöpåverkan. Medan biobaserade material strävar efter att byta ut fossila råvaror mot förnybara alternativ, handlar återvunnet material om att ge nytt liv till befintliga resurser som annars skulle hamna på soptippar. Detta är av en stor vikt i en värld där avfallsmängden ökar och resurserna blir alltmer begränsade.

Återvunnet material inom isoleringsbranschen, såsom GREENLINE EPS, illustrerar hur byggbranschen kan reducera sitt beroende av nya resurser samtidigt som man tar hand om avfall på ett mer miljövänligt sätt. Enligt miljöproduktdeklarationen (EPD) för GREENLINE EPS består produkten helt av polystyren, och mycket av detta material kan härledas från återvinningsprocesser. Genom att återvinna polystyren minimerar man behovet av nyproducerad plast, vilket vidare bidrar till en minskning av både växthusgasutsläpp och energiförbrukning under tillverkningsproceduren. Detta är avgörande för att åstadkomma en mer hållbar byggprocess.

2.3.1 GREENLINE EPS: Prestanda och miljöfördelar

GREENLINE EPS är en lösning som inte endast erbjuder hög effektivitet utan också beaktar miljöfrågor. Produkten är tillverkad av återvunnet expanderad polystyren (EPS), ett material som huvudsakligen består av 98 procent luft, vilket ger utmärkt isoleringsegenskaper samtidigt som det håller vikten låg. Detta gör det till ett idealiskt val för isolering av golv, väggar och tak.

Enligt EPD: n uppvisar GREENLINE EPS en densitet av 15 kg/m³ för den angivna enheten (1 m² med en tjocklek på 38 mm), vilket ger en bra kombination av isoleringskapacitet och effektiv materialanvändning samt bra fuktskydd och hög tryckhållfasthet (Bewi Group, 2023). Dessa egenskaper hos GREENLINE gör materialet till ett naturligt val för långsiktiga användning i olika klimatförhållanden.

När det gäller miljöpåverkan visar EPD: n att GREENLINE EPS har en relativt låg global uppvärmningspotential (GWP) på 0,57 kg CO₂-ekvivalenter per deklarerad enhet. Den största delen av dessa utsläpp sker under råvaruutvinning och tillverkningsprocessen (A1 och A3), men genom att använda återvunnet material kan dessa utsläpp minskas ytterligare. Dessutom bidrar produkten till att minska avfallet genom att den kan återvinnas efter användning, vilket stödjer en hållbar materialhantering (European EPS recycling association 2022).

2.3.2 Produktion av GREENLINE EPS

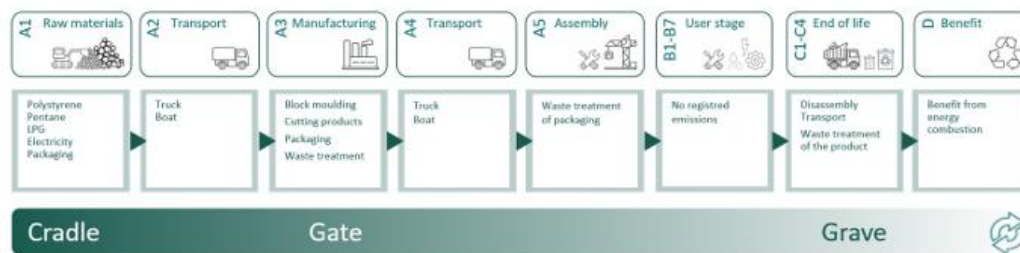
GREENLINE EPS är en avancerad och hållbar isoleringslösning utvecklad av BEWI ASA, en ledande aktör inom bygg- och isoleringsindustrin. Produkten är tillverkad av expanderad polystyren (EPS), ett material som är känd för sina utmärkta isoleringsegenskaper och låga klimatavtryck. Genom integrering av innovation med hållbara produktionsstrategier har Greenline EPS lyckats åstadkomma de strikta internationella miljöstandarder som ISO 14025 och EN 15804+A2 (BEWI Group, 2023).

Tillverkningsprocessen för GREENLINE innebär att små polystyrenkulor impregneras med expanderingsmedlet pentan, vilket möjliggör expansion vid uppvärmning med ånga. Därefter formas de expanderade kulorna till block genom en formpress där de binds samman med hjälp av ånga och tryck. Sedan skärs blocken till olika demissioner och

tjocklekar beroende på efterfrågningar i marknaden och användningsområden. Det finns olika tryckklasser med olika densitet och mått. Där till exempel tryckklass 80 har en densitet på 15 kg/m³. GREENLINE EPS finns i olika standardstorlekar på 600 mm x 1200mm eller 1200mm x 2400mm och kan ha tjocklek på mellan 10mm till 400mm. Dessutom har materialet låg fuktabsorption och uppfyller brandklass F enligt gällande säkerhetsföreskrifter (European EPS Recycling Association, 2022).

En av de mest framträdande egenskaperna hos GREENLINE är dess låga koldioxidavtrycket. Enligt EPD (miljövarudeklarationen) genererar tillverkning av 1 m³ Greenline EPS endast 0,57 kg CO₂ vilket är en avsevärd skillnad i jämfört med 1 m³ traditionell EPS som genererar i genomsnitt 1,63 kg CO₂ vid tillverkningen. Detta motsvarar en minskning av CO₂ utsläpp med ungefär 66 procent, det innebär alltså att Greenline har ett betydligt lägre klimatavtryck jämfört med traditionell EPS, tack vare optimerade produktionsmetoder och användning av återvunnet material (Bewi Group, 2023).

Dessutom spelar transport fasen (A2 och A4) en avgörande roll i minskning av produktens totala klimatavtryck. En betydande del av denna minskning uppnås genom att återvinning av EPS-material i huvudsak sker lokalt i Sverige. Detta innebär att transportsträckorna för råmaterialet avsevärt förkortas, vilket i sin tur leder till en markant reduktion av transportrelaterade CO₂ utsläpp. Istället för att importera virgin material från utlandet, vilket kräver långa transporter, används nu återvunnet EPS som råvara. Detta återvunna material samlas in, bearbetas och transporteras till tillverkningsanläggningar inom Sverige, där det genomgår tillverkningsprocessen innan det slutligen säljs på marknaden. Denna lokaliserade och cirkulära process bidrar inte bara till att minska utsläpp från transporter utan stärker också den svenska återvinningsindustrin och främjar en mer hållbar materialhantering. Ett fungerande exempel på hur lokal återvinning och kortare transportsträckor kan bidra till att minska klimatavtrycket är BEWI:s återvinningsanläggning i Norrköping. Denna anläggning samlar in och bearbetar använt EPS-material, som sedan återvinns till hög kvalitet. Det återvunna materialet levereras därefter till BEWI:s tillverkningsanläggning i Genevad, där det används som råvara för att producera nytt EPS (BEWI Group, 2023; EUMEPS, 2021).



Deklarerad tjocklek (R=1)	Kvalité	R=1	50 mm	100 mm	150 mm	200 mm	m ³
38 mm	80 kPa	1,00	1,32	2,63	3,95	5,26	26,32
37 mm	100 kPa	1,07	1,45	2,90	4,36	5,81	29,04
35 mm	150 kPa	1,51	2,15	4,30	6,45	8,61	43,03
34 mm	200 kPa	1,58	2,32	4,64	6,96	9,28	46,42
34 mm	300 kPa	2,42	3,56	7,12	10,68	14,24	71,22

Figur 4: Bewi (2023). Bild på "BEWI återvinningsprocess av GREENLINE EPS"
 Källa: hämtad från EPD för Greenline EPS.

3 Teori

3.1 LCA

Livscykelanalys eller LCA (från egenelsans "Life Cycle Assessment"), är en systematisk metod för att bedöma miljöpåverkan från en produkt, tjänst eller process under hela dess livscykel från råvaruutvinning och produktion till användning och slutlig avfallshantering. Denna metod används som ett verktyg för att identifiera miljömässiga flaskhalsar och möjligheter till förbättringar (ISO, 2006a). Första steget i en LCA är att påbörja en detaljerad datainsamling av alla in och utflöden av energi och material kopplade till produkten eller tjänsten, Detta steg kallas för livscykelinventering (LCI). De insamlade data kan handla om allt ifrån råvaruextraktion och transport till energianvändning och utsläpp under produktens livslängd. LCI är en grundläggande del av LCA som ramar upp den nödvändiga databasen för att kunna genomföra en miljöpåverkansbedömning (Lindahl, Rydh & Tingström, 2002).

Efter genomförandet av LCI följer miljöpåverkansbedömningen, där en omfattande analys av de insamlade data utförs för att identifiera och kvantifiera de miljömässiga effekterna. Denna fas innehåller 3 viktiga huvudsteg: klassificering, karakterisering och viktning. I klassificering steget sorteras de insamlade data till olika miljöeffekt kategorier, såsom växthuseffekt, försurning eller övergödning. Vissa av dessa miljöeffekter kan tillhöra flera kategorier samtidigt. I nästa steg omvandlas data till ett gemensamt mått där

de multipliceras med specifika karakteriseringsfaktorer. Till exempel koldioxidekvivalenter CO₂ multipliceras med en karakteriseringsfaktor på 21 när det gäller växthusgaser. Det betyder att exempelvis 1 kg metan motsvara 21 kg koldioxidekvivalenter. Sista steget är viktning, i detta steg de olika miljöeffekterna kommer att vägas samman till ett enda värde. Detta är dock en subjektiv process eftersom viktningen kommer att vara baserade på olika politiska mål, vetenskapliga tröskelvärden eller samhällets betalningsvilja för att minska miljöpåverkan (Finnveden et al., 2009).

En LCA inleds alltid med att identifiera målet och omfattning av studien. Genom kartläggning av dessa parametrar kan man måla upp en bild på, i vilken utsträckning kommer studien att undersöka ämnet. Dessutom får man ett svar på varför analysen genomförs och identifiera vilka frågor som är relevanta att besvara på. Det är dock av en stor vikt att dessa parametrar definieras på ett tydligt sätt, eftersom de påverkar både datainsamlingen och tolkning av resultaten (Hauschild & Potting, 2005).

Trots sin breda användning är LCA inte utan några utmaningar. Metoden är beroende av tillgängliga data och kan vara känslig för subjektiva antaganden, särskilt i viktning av olika miljöeffekter. Dessutom finns det begränsningar och brister på standardiserade metoder som gör att jämförandet av resultaten bli svårare från olika studier. Trots dessa utmaningar så är LCA ett kraftfullt verktyg som bidrar till att främja hållbarhet och minska miljöbelastning i olika sektorer.

3.2 LCA inom Byggbranschen

Livscykelanalys är en central metod för att bedöma miljöpåverkan hos ett bygge eller komponent inom byggbranschen. LCA resultat används sedan för att identifiera olika miljöaspekter och prestandan hos byggnader. Det är viktigt att LCA analysera hela bygglivscykel systematiskt från råvarutillgång till rivning. En byggnads livscykel kan indelas i tre huvudkategorier, byggskedet, användningskedet och slutskedet. Dessa skeden är också indelade i olika informationsmoduler enligt standarden SS-EN 15978:2011 (Boverket, 2019a).

Byggskedet (A1-A5)

Byggskedet omfattar allt ifrån råvarutillgång till slutförandet av byggnaden. Det är indelat i två delar: **produktsskedet** (A1-A3) och **byggproduktionsskedet** (A4-A5).

Produktsskedet innefattar A1: råvaruförsörjning, A2: Transport av råvaror och A3: tillverkning av byggprodukter.

Byggproduktion skedet inkluderar A4: transport av färdigt material och byggkomponenter till arbetsplats och A5: bygg och installationsprocess, där material och komponenter monteras ihop och sedan tas i bruk.

Användningskedet (B1-B7)

I denna fas så fokuserar man mycket på byggnadens drift och underhåll under dess hela livslängd. Detta inkluderar B1: användning, B2: underhåll, B3: reparation, B4: utbyte av komponenter, B5: ombyggnad och renovation, B6: driftsenergi, B7: driftens vattenanvändning. B6 är ofta en betydande faktor på miljöpåverkan då energianvändning för uppvärmning, kylning och belysning står för en stor del av byggnadens totala klimatpåverkan.

Slutskedet (C1-C4)

Slutskedet behandlar byggnadens avveckling och utforskar områden som rör bland annat byggnadens rivning och avfallshantering processen. Dessa områden inkluderar C1: Demontering eller rivning, C2: transport av avfall, C3: restproduktsbehandling och C4: bortskaffning. Det är viktigt att byggnadsmaterialen bedöms på ett korrekt sätt då det kan leda till en stor minskning av den totala klimatavtryck genom att rädda så mycket material som möjligt i form av återanvändning eller återvinning. Dessutom beaktas fördelar och belastningar utanför systemgränsen, såsom potentiell återvinning av material till andra produkter. Figur nedan presenterar dessa skeden.

Byggskede A1-5	Produktskede A1-3	A1 Råvaruförsörjning
		A2 Transport
		A3 Tillverkning
	Byggproduktionsskede A4-5	A4 Transport
		A5 Bygg- och installationsprocess
Användningsskede B1-7		B1 Användning
		B2 Underhåll
		B3 Reparation
		B4 Utbyte
		B5 Ombyggnad
		B6 Driftsenergi
		B7 Driftens vattenanvändning
Slutskede C1-4		C1 Demontering, rivning
		C2 Transport
		C3 Restproduktsbehandling
		C4 Bortskaffning
Fördelar och belastningar utanför systemgränsen		

Figur 5: Boverket (2021). Bild på LCA:s omfattning av olika skede, Källa: hämtad från "boverkets.se"

3.3 termisk och fuktrelaterade parametrar hos isoleringsmaterial

Inom byggbranschen talar man ofta om hur viktigt det är att skapa hem känslan och komfort inomhus. Med hjälp av tekniska utvecklingar inom byggindustrin har man lyckats utveckla hållbara och effektiva isoleringsmaterial som främjar komfort och låg energiutsläpp. Historiskt sätt har isolering blivit allt viktigare i takt med ökande krav på energieffektivitet och hållbart byggande. Efter energikriserna på 1970-talet fick isolering större genomslag då konkurrensen på att minska energiförbrukningen och förbättra byggnaders termiska prestanda blev allt mer populärt.

Isolering kan anses som en investering då det i längden minskar behovet av energi för byggnaden och påverkar dess driftkostnader avsevärt. I dagsläget strävar de flesta konkurrenterna att främst förbättra tre funktioner som isolering utgör, ljudisolering, fukt och värme. Den här rapporten kommer att endast behandla fukt och värme för

isoleringsmaterial med olika ursprung och tekniska egenskaper. I detta avsnitt beskrivs också hur återvinning påverkar isoleringens fysikaliska samt termiska egenskaperna.

Det finns en rad parametrar som bör tas hänsyn till i beräkning av värme och fuktrelaterade problem. Nedan nämns några viktiga parametrar:

3.3.1 Termiska egenskaper hos EPS

Lambda-värde (W/mk):

EPS har vanligtvis ett lambdavärde på cirka 0,032–0,04 W/mk vilket gör det till ett effektivt isoleringsmaterial. Lambda värde beror på materialets densitet och cellstruktur. Vid återvinning kan cellstrukturen förändras vilket kan leda till försämring av lambda-värde.

U-värde (W/m²k):

U-värdet är beroende av lambda-värde och materialets tjocklek. För återvunnet EPS kan U-värdet ändras om lambda-värdet försämras.

Termisktröghet:

EPS har låg termisk tröghet, vilket innebär att det inte lagrar värme särskilt väl. Detta påverkar dock inte materialet som har utsatts för återvinning.

3.4 Tidigare studier

Forskning kring biobaserade och återvunna isoleringsmaterial har ökat ganska kraftigt under senaste åren, driven av behovet av mer hållbart byggmaterial. Tidigare studier har lagt mycket fokus på en övergång från traditionella isoleringsmaterial som mineralull och EPS till mer hållbara alternativ. I ett arbete som publicerades år 2024 undersöks biobaserade skummaterial och deras tillverkningsprocesser, egenskaper och framtida utvecklingsmöjligheter. Det diskuteras bland annat olika typer av bio-baserade material och dess användningsområden. Artikeln belyser de utmaningarna som finns med dessa material samtidigt som den pekar på möjligheterna som material medför i form av ersättning av traditionella och fossilbaserade byggmaterial. Detta arbete baserades på en omfattande litteraturstudie och sammanställning av befintlig forskning och utveckling inom området för bio-baserade skummaterial (Wang et al, 2024).

I ett annat arbete från år 2020 undersökts och jämfördes de tekniska egenskaperna hos biobaserade isoleringsmaterial som trä och hampa med EPS. Studien undersöker termiska konduktivitet, ånggenomsläpplighet och brandbeteendet hos biobaserade material med syfte på att uppvisa liknande prestandaegenskaper som EPS. Denna studie baseras på en

experimentell och jämförande analys av olika isoleringsmaterial, där fem biobaserade isoleringsmaterial (tillverkade av trä och hampa) jämförs med ett vanligt syntetiskt isoleringsmaterial (Lanfond et al, 2020).

I en annan studie från 2019 undersöks hur livscykelanalys (LCA) påverkar resultaten av hållbarhetscertifieringsverktyg för byggnader, såsom LEED och ITACA. Syftet med studien är att analysera hur isoleringsmaterial påverkar energiprestanda och miljöpåverkan hos en bostadsbyggnad, samt att undersöka om hållbarhetsprotokoll tillräckligt beaktar materialens miljöpåverkan under hela livscykel. Studien fokuserar på fyra vanliga isoleringsmaterialen inom bygg: EPS, cellulosa, stenull och glasull. Studien baseras på en livscykelanalys som utfördes med hjälp av mjukvaran SimPro och databasen Ecoinvent 3.0. Miljöpåverkan bedömdes utifrån flera indikatorer, såsom global uppvärmning, försurning, eutrofiering och förbrukning av abiotiska resurser.

4 Metod och genomförande

Detta kapitel kommer att ge en översikt på undersökningsstrategierna som har använts under arbetets gång. Det beskriver också de relevanta undersökningsmetoderna för datainsamling som har tillämpats i rapporten.

4.1 frågeställningens koppling till metodval

Frågeställning 1: Vilka är de största utmaningarna för implementeringen av biobaserade/återvunna produkter, särskilt inom bygg- och isoleringssektorn?

Den här frågeställningen kommer att besvaras i form av **litteraturstudie**. Genom en omfattande litteratur undersökning kan man identifiera de huvudsakliga utmaningar som har dokumenterats i tidigare forskning och praktiska tillämpningar. Detta inkluderar utmaningar relaterade till materialegenskaper, kostnader, tillgång på råvaror, tekniska begränsningar och regleringskrav.

Frågeställning 2: Hur skiljer sig miljöpåverkan mellan Greenline och EPS baserat på en livscykelanalys (LCA)?

Frågeställning 3: Hur presterar Greenline jämfört med EPS när det gäller termiska egenskaper, och vilka implikationer har detta för dess användning som isoleringsmaterial?

För att besvara dessa frågeställning används en **multikriterieanalys**, där livscykelanalys (LCA) och livscykelkostnadsanalys (LCC) utgör centrala kriterier. Genom att tillämpa LCA och LCC på olika isoleringsmaterial både Greenline och traditionella EPS kan en jämförande analys genomföras. Detta inkluderar bedömning av miljöpåverkan, ekonomisk lönsamhet och energianvändning under materialets hela livscykel. Beräkningar och modellering används för att kvantifiera dessa aspekter, och resultaten presenteras i form av jämförande diagram och tabeller. Detta ger en tydlig och strukturerad bild av hur de olika materialen presterar. Livscykelanalysen kommer att illustreras med hjälp av programvaran BidCon.

Frågeställning 4: Vilka är de mest lovande biobaserade eller återvunna isoleringsmaterialen ur ett hållbarhetsperspektiv, och hur kan dessa material optimeras för att möta framtida behov?

För att besvara denna frågeställning används **dokumentanalys** och **beräkningar** som har utförts på biobaserade skum samt **LCA** och **LCC** resultaten från Greenline utvärderas och granskas. Med hjälp av dessa resultat kan de mest lovande materialen identifieras och optimeringsstrategier föreslås baserad på dess utvecklingsmöjligheter.

Genom att använda dessa metoder säkerställs att frågeställningarna besvaras på ett systematiskt sätt med stöd av både teoretiska och empiriska data. Användning av dessa metoder ökar både trovärdigheten och användbarheten för framtida arbete inom området.

4.2 Tidsplanering och datainsamling

Arbetet inleds med en initial planering som delades upp i olika moment för att säkerställa en strukturerad och effektiv genomförande plan. Men kort därefter insågs att flexibilitet spelade en avgörande roll i arbetet då många arbetsmomenten var relaterade till varandra vilket ledde till att dessa moment genomfördes i samband med varandra.

4.2.1 Förstudie

För att skapa en grund för arbetet genomfördes en förstudie som syftade till att kartlägga och analysera de förutsättningar som fanns för projektet. Förstudien behandlade olika relevanta källor såsom, böcker, rapporter, vetenskapliga artiklar samt en översikt av marknaden i nuläget. Detta gjorde det möjligt att få en bred förståelse för ämnesområdet och identifiera viktiga aspekter att fokusera på. En av de aspekterna som insågs tidigt i förstudiefasen, var de omfattande driftdata som krävdes för utförandet av LCA vilka var inte tillgängliga inom projektets tidsram. Därför analysen avgränsades till byggskedets faser A1-A5 enligt EN 15804, Dessa exkluderingar kan dock innebära att långsiktiga miljöfördelar, särskilt återvinningspotentialen hos Greenline EPS, underskattas.

Därefter planerades ett möte med Bewi AB i Genevad där förslag och idéer diskuterades för att senare avsmalna utsträckning av undersökningsområdet och definiera projektets omfattning. Dessutom diskuterades möjligheter som företaget skulle möjligtvis ha nytta av. Utgångspunkten blev alltså de två materialen biofoam och greenline som bewi tillverkar ligga som undersökningsobjekt för examensarbetet.

4.2.2 litteraturstudie

För att inhämta bakgrundsinformation om de olika material som berörs i arbetet har huvudsakligen studentlitteratur använts som utgångspunkt. Utöver studentlitteratur har ytterligare databaser såsom, DIVA, Primo, Google scholar och scopus har använts. Dessa omfattande sökningar har genomförts med syftet att få en omfattande nyanserad bild av forskningsämnet samt bilda upp en bas och ramverk som man kan bygga på vidare.

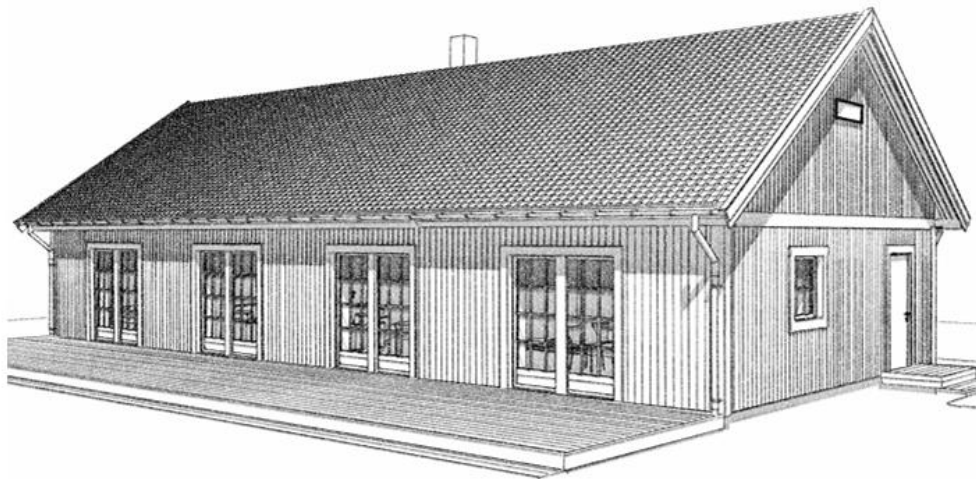
4.2.3 Fallstudie (referensbyggnad)

Referensbyggnad är en enfamiljsvilla som ingår i Villa Varm serie av smarthus, som kallas Villa Altermyran, är belägen i Altersbruk och representerar en typisk svensk enfamiljsvilla. Med en invändig yta på **119 m²** och en byggnadsarea på **139 m²** är villan kostnadseffektiv att bygga tack vare sin enkla form och funktionella layout. Den har en takvinkel på **35 grader** och en total höjd på **6,0 meter**. Villan består av **ett plan** och innehåller **tre sovrum**, Villa Altermyran är uppförd med en stomme av trä, och är designad för att vara energieffektiv, med välisolerade ytterväggar och tak, vilket gör den lämplig både för familjer och som pensionärsboende. Den öppna planlösningen skapar en härlig umgängesmiljö med sammanhängande ytor för kök, matplats och vardagsrum. Ytterligare praktiska funktioner inkluderar en tvättstuga med groventré och ett teknikrum, samt gott om förvaring i hallen.

Enfamiljsvillor som Villa Altermyran utgör en betydande del av Sveriges bostadsbestånd. Enligt statistikmyndigheten (SCB) utgör enfamiljsvillor cirka 40 procent av samtliga hushållstyper i Sverige. Detta gör Villa Altermyran till ett representativ exempel på den typ av bostäder som är vanliga i svenska bostadsområden, både i städer och landsbygden.

För att undersöka hur biobaserade isoleringsmaterial kan integreras i byggnaden, studerades detaljer på ytterväggarna noggrant. Alla variabla material som används i dessa väggar togs hänsyn till, medan de oberoende materialen, såsom fasadmateriell och inregipsskivor, försummas i beräkningarna. Dessa detaljer granskas för att beräkna U-värden och materialvolym med Biofoam och Greenline som isoleringsmaterial. Dessa material är representativa produkter som tillverkas och säljs av Bewi, ett företag som specialiserar sig på både biobaserade och återvunna material. Biofoam och Greenline är två av de mest populära alternativen på marknaden för hållbar isolering, och de används i stor utsträckning.

För att analysera villans klimatpåverkan och kostnader har verktyg såsom **BidCon**, **Revit** samt hemsidan **Energiberäkning.se** används. Dessa verktyg utgör en stor del underlagsarbete till Livscykelanalysen. Genom dessa verktyg kan man få fram viktiga data om produktens miljöpåverkan under olika faser under projektets gång. Dessutom ger verktygen insikter om de ekonomiska skillnaderna mellan olika material och lösningar, vilket är avgörande för att fatta välgrundade beslut under projektets genomförande.



*Figur 6: Bild på "referensbyggnaden Villa Altermyran"
Källa: hämtad från "Varmvilla.se"*

4.3 Beräkningsmetoder och analysverktyg

4.3.1 Teoretiska beräkningar:

För att undersöka hur biobaserade och återvunna isoleringsmaterial kan integreras i byggnader genomfördes en noggrann analys av ytterväggarnas konstruktionsdetaljer. Studien fokuserade på de variabla material som ingår i dessa väggar. Syftet med denna ingående granskning var att beräkna U-värden och materialvolymen för två specifika isoleringsmaterial: Biofoam och Greenline.

- **U-värdesberäkningar:**

Formel och parametrar specificerades i metodkapitlet:

$$U = \frac{1}{R_{tot}} \quad \text{där} \quad R_{tot} = \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se} + R_{si}$$

där d_i = materialtjocklek, λ_i = värmeledningsförmåga.

4.3.3 Energiberäkning.se:

Hemsidan Energiberäkning.se används för att uppskatta den totala energiberäkningen på villan Villa Altermyran med avsedda isoleringsprodukter som nämndes tidigare. Dessa uppskattade värden jämfördes sedan med resultat från teoretiska beräkningarna.

- **Energidata normaliserades:**

Klimatpåverkan angavs som **kg CO₂e/m²** och energianvändning som **kWh/m²/år** för enhetlig jämförbarhet.

4.3.4 Revit

Programvaran Revit som är en 3D modellering verktyg används inom bygg och arkitektbranschen för att illustrera detaljerade digitala representationer av byggnader. Med hjälp av programvaran Revit en initial design på villan Altermyran har utformats med särskilt fokus på yttervägg och dess konstruktion samt dimensioner och placering av dörrar och fönster samt glaspartier. I denna fas av projektet har ingen invändig design genomfördes, då huvudfokus ligger på att analysera och beräkna ytterväggens kostnader och miljöpåverkan. Nästa steg i processen involverar kostnadskalkylering i BidCon, där ekonomiska och miljömässiga aspekter av ytterväggens material och konstruktion kommer att utvärderas. Genom användning av 3D- modellering i Revit underlättar hanteringen av kostnadsposter, vilket möjliggör en mer exakt och detaljerad beräkning av byggnadens ekonomiska aspekter samt högre noggrannhet i kostnadsuppskattning och resursfördelningen.

4.3.5 BidCon

BidCon är ett viktigt verktyg som har använts under arbetets gång. Det är en BIM kalkyleringsverktyg som innehåller olika standardiserade databaser om byggmaterial. BidCon används främst för beräkning av kostnader men det uppfyller också olika funktioner kring klimatrelaterade data och hantering av klimatpåverkan med hjälp av specifika klimatmodul. Denna modul innehåller generiska data om byggnadsprodukter från Boverket, vilket gör det möjligt att beräkna och analysera projektets klimatpåverkan. Dock finns det alltid risk att materialspecifika klimatpåverkan inte fullt ut återspeglas.

4.4 Analysmetoder

Dokumentanalys: en av de centrala aspekter som studeras i denna analys är energianvändning för varje produkt. För att erhålla tillförlitlig och relevant information om dessa produkter har företaget Bewi kontaktats. De har tillhandahållit dokumentation och miljövarudeklarationer (EPD, Environmental Product Declaration), vilka har sammanställts i bilaga A. insamlade data omfattar produkters framställning, installation samt deras miljöpåverkan under hela livscykel. Den insamlade information användes sedan som underlag för beräkningar av ytterväggens U-värde samt villans årliga energianvändning. Genom att integrera dessa data i beräkningsmodeller kunde olika

scenarier simuleras och jämföras, vilket bidrog till en djupare förståelse av produkternas prestanda under olika förhållanden.

Dessutom användes dessa information som inmatningsdata till digitala verktyg såsom BidCon. Dessa verktyg tillät en kvantitativ analys av produkternas energianvändning och miljöpåverkan.

LCA: (livscykelanalys) är en metod som används för att bedöma den totala miljöpåverkan av ytterväggar med Greenline som isolering under produktionsskedet. Resultatet presenteras generellt i form av rapporter som innehåller kvantitativa data om klimatpåverkan, normalt uttryckt i koldioxidekvivalenter (CO₂e) samt tabeller och diagram som visar vilka steg eller delar av bygget som var mest resurskrävande och bidrar mest till klimatavtrycket.

LCC: I samband med LCA har även en livskostnadsanalys (LCC) genomförts. Denna analys syftar till att utvärdera de totala kostnaderna för en produkt över dess livslängd, vilket är avgörande för att fatta beslut om produktval och investeringsstrategier.

Kriterieanalys: Vidare har en kriterieanalys genomförts för att identifiera och bedöma relevanta kriterier för val av produkter och material. Denna analys innehåller faktorer som hållbarhet, energieffektivitet, livslängd OSV. Genom att jämföra olika alternativ mot dessa kriterier kan vi säga att de valda produkterna inte bara uppfyller tekniska krav utan även stödjer företagets övergripande mål för hållbar utveckling och kostnadseffektivitet.

5 Resultat

5.1 Dokumentanalys

Inom ramen för detta examensarbete har fokus lagts på att undersöka miljöpåverkan från isoleringsmaterialet Greenline EPS, med särskild hänsyn till dess användning i industriella väggkonstruktionstyper. För att kunna implementera materialets klimatpåverkan i tredjepartsbaserade beräkningsprogramvaror har en EPD fil (Environmental Product Declaration) tillhandahållits av BEWI. Denna EPD:n har utgjorts ett centralt underlag för att identifiera och kvantifiera utsläpp av växthusgaser (CO₂e) kopplade till materialets livscykel. Resultaten av dokumentanalys presenteras i tabellen nedan, där den primära energiförbrukningen redovisas för olika faser av produktens livscykel. Bilaga A

Tabell 1: Energianvändning för Greenline EPS (per 1 m² produkt).

Livscykelsteg	Modul(er)	Energianvändning (MJ)	Kommentar
Framställning	A1-A4	15,13	Råmaterial
Installation	A5	0,0037	Montering
slutskede	C1-C4	0,112	Rivning, transport
Summa	A1-A5, C1-C4	15,25	Total energianvändning

5.2 Fallstudie

Denna studie grundar sig på ytterväggarna i Villa Altermyran, enfamiljsvilla belägen i Altersbruk. Villan har en byggnadsarea på 139 m² och en invändig yta på 119 m². Ytterväggarna i byggnaden är ursprungligen konstruerade med en trästomme och isolerade med mineralull. I denna studie kommer mineralullen att ersättas med Greenline EPS, återvunnet isoleringsmaterial, medan de övriga dimensionerna och skikten i ytterväggen förblir oförändrade. Denna förändring syftar till att undersöka hur bytet av isoleringsmaterial påverkar byggnadens miljöpåverkan och energieffektivitet.

För att genomföra en omfattande analys inkluderar även andra komponenter i fasaden i beräkningarna, såsom ytterdörrar och fönster, som en del av en livscykelanalys (LCA). Dessa element kommer även att modelleras i Revit för att säkerställa att resultaten blir så realistiska som möjligt och kan jämföras med den faktiska byggnaden. Genom att integrera hela fasadens konstruktion i modellerings- och beräkningsarbetet, strävar denna

studie efter att ge en helhetsbild av de potentiella fördelarna och den miljöpåverkan som den valda isoleringslösningen kan innebära. Bilaga B

5.3 Teoretiska beräkningar

I projektet genomfördes omfattande teoretiska beräkningar för att analysera byggnadskonstruktioners termiska egenskaper. En central del av dessa beräkningar innefattade beräkningar av U-värden för ytterväggar, där två innovativa isoleringsmaterial Biofoam och Greenline utvärderades med avseende på deras respektive värmemotstånd och energieffektivitet. Dessa beräkningar baserades i termodynamiska principer med särskild tillämpning av de värmetekniska modeller som presenterades i kursen byggfysik under utbildningens gång. Nyckelparametrarna såsom densitet, konduktivitet och tjocklek integrerades systematisk i beräkningsmodellerna i enlighet med de etablerade metodologier i kurslitteraturen. Bilaga C

5.4 Energiberäkning

Därutöver utfördes en detaljerad energisimulering med hjälp av hemsidan Energiberäkning.se för att kvantifiera byggnadens årliga energianvändning under realistiska förhållanden. I denna simulering integrerades variabler såsom värmestillskott på grund av solinstrålning, el användning, värmepumpens energianvändning, personvärme samt DVUT beroende på geografiskt läge OSV. Bilaga D

Beräknat resultat: Byggnadens primärenergital m fl, jämfört med krav enligt BBR 29

	Byggnad	Byggnad + VP	BBR krav max	Godkänd
Klimatskärmens luftläckage [l/s m ²]	0.6	0.6		
U-medel för klimatskärm [W/m ² K]	0.21	0.21	0.3	Ja
Maximalt eleffektbehov vid DVUT [W]	4926	2960	4500	Ja
Summa primärenergi [kWh/år]	27593	8869		
Byggnadens primärenergital [kWh/m ² år]	232	75	95	Ja

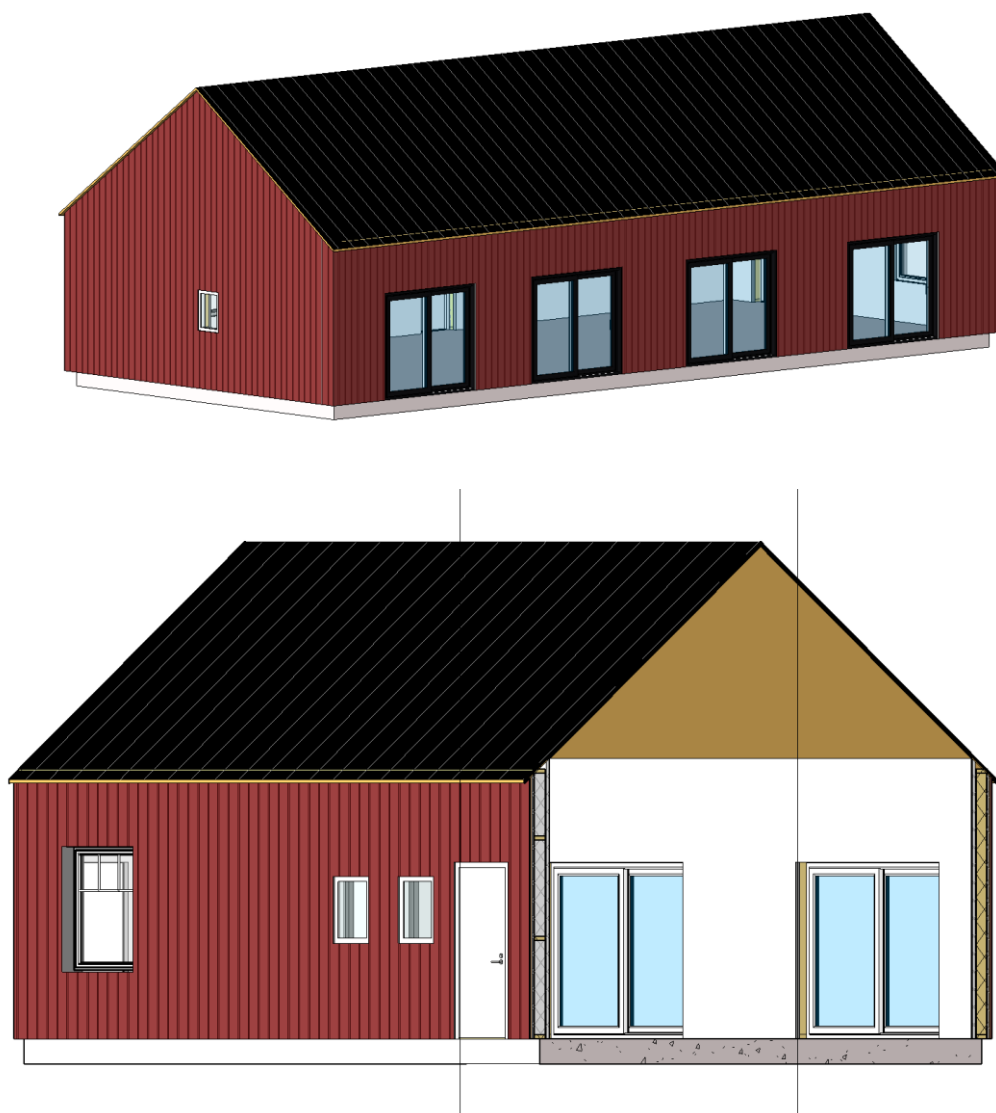
[Utskrift](#)

*Figur 7: Utskrift av resultaten på energiberäkning villa Altermyran
källa: hämtad från "Energiberäkning.se"*

5.5 Revit modellering

Referensbyggnaden utformades i enlighet med planlösningen samt med utgångspunkt i den data som tillhandahålls av Villavarm hemsidan, kompletterar med ytterligare information som begärdes av kontaktperson. Dessa uppgifter tillämpades systematiskt vid modelleringen i Revit och omfattar bland annat information om

ytterväggens konstruktion, boarean, bruttoarean, antal ytterdörrar och fönster, fasaduppbyggnad OSV. Eftersom Revit saknar en färdig och specifika yttervägg som motsvarar den som analyseras, så har design av ytterväggen skett manuellt. designprocessen av yttervägg delades upp i två delar, utformning av stomsystemet som curtain walls layout samt resterande skikten i ytterväggen konstaterades som en separat väggkonstruktion. Sedan integrerades dessa väggdelar med hjälp av Join-function i programmet.



Figur 8: 3D bilder på färdig modellerat referensbyggnad med hjälp av "Revit".

5.6 Livscykelanalys (BidCon)

Programvaran Bidcon användes i syfte att framställa en klimatpåverkan och kostnadskalkyl för isoleringsmaterialet Greenline EPS, i samband med dess tillämpning i referensbyggnadens väggkonstruktion. Detta möjliggjordes genom BIM-modellen som tidigare har utvecklats i Revit.

För att kräva kvantifiering av byggdelar i BidCon krävdes att Revit-modellen exporteras till ett IFC-format, vilket säkerställt kompatibilitet mellan programvarorna. Den deltagande IFC-filen används därefter för att extrahera mängddata för olika byggnadsdelar relaterade till fasad och yttervägg. De genererade mängdposterna ersattes med motsvarande kalkylposter som tillhandahålls i BidCons databas.

Eftersom BidCon inte innehåller en specifik väggtyp anpassad för Greenline EPS som isoleringsmaterial, valdes en befintlig väggtyp med liknande lagerstruktur som utgångspunkt. Denna anpassade sedan genom modifieringar som innefattar utbyte av vissa lager, tillägg av nya materialskikt samt införandet av Greenline EPS som isoleringsmaterial. Den nya väggkonstruktionen baserad på data från produktens miljövarudeklaration (EPD), vilket möjliggjorde en mer realistisk och projektspecifik analys av materialets miljöpåverkan och kostnad.

Resultaten från analysen presenterades därefter i form av en klimatmodul, där koldioxidutsläpp (CO₂e) per kvadratmeter analyserades för respektive kalkylpost. Utsläppen redovisas med hänsyn till byggproduktens livscykel enligt de specifika produktionsskedena (A1–A5), vilket inkluderar råmaterialutvinning, transport, tillverkning, byggplatsverksamhet och installation.

För att tydliggöra klimatpåverkan per konstruktionsdel visualiserades resultat även i diagramform. Dessa diagram visade utsläpp uttryckt i kg CO₂e per kvadratmeter för olika byggdelar, såsom stomme och fasad, vilket möjliggjorde en jämförande bedömning av miljöpåverkan inom byggnadens olika komponenter. Bilaga E

Kategorier	Delmoment / Typ	Utsläpp (kg CO ₂ e/m ²)	Enhet / Modul	Kommentar
Total klimatpåverkan	Totalt A1–A5	10,0	kg CO ₂ e/m ²	Hela byggskedet
	Produktskedet (A1–A3)	8,0	kg CO ₂ e/m ²	Största utsläpp
	Transport till byggplats (A4)	0,9	kg CO ₂ e/m ²	Tack vare lokala leverantörer (ex.Bewi)
	Byggplatsarbete (A5)	0,8	kg CO ₂ e/m ²	Monteringsarbete och spill på byggplats
	spillhantering	0,5	kg CO ₂ e/m ²	Hantering av byggspill
Klimatpåverkan per byggdel	Stomme (Byggdel)	5,7	kg CO ₂ e/m ²	Störst byggdel utsläpp
	Fasader (Byggdel 5)	2,8	kg CO ₂ e/m	Utvändig träpanel
	Isolering (IB – del av	2,0	kg CO ₂ e	Greenline EPS
Materialens klimatbidrag	Greenline	2,0	kg CO ₂ e	25,8 % av A1– A3.
	Träbaserade konstruktioner	2,0	kg CO ₂ e/m ²	30 % av A1–A3. Ex. reglar, träskivor.
	Cement/gipsskivor	2,0	kg CO ₂	28,3 % av A1– A3. Tunga material

Jämförelse EPS-typer	Traditionell EPS	1,63	kg CO ₂ e/m ³	
	Greenline	0,57	kg CO ₂ e/m ³	Ca 66 % lägre utsläpp

Tabell 2: Presenterar mängd koldioxidutsläpp i två olika kategorier byggdel och material enligt beräkningarna i BidCon.

Klimatpåverkan för ytterväggen uppgår totalt till 10 kg CO₂e/m², där produktskedet (A1–A3) står för den största andelen, hela 8 kg CO₂e/m². Stommen är den mest klimatbelastande byggdelen och står ensam för 5,7 kg CO₂e/m², vilket motsvarar över hälften av det totala klimatavtrycket – ett tydligt fokusområde för förbättring. Greenline EPS, som används som isolering, bidrar endast med 2 kg CO₂e/m² och utgör därmed ett klimatsmart alternativ, särskilt i jämförelse med traditionell EPS vars tillverkning genereras över 66 % mer utsläpp (1,63 kg CO₂e/m³ jämfört med 0,57 kg CO₂e/m³ för Greenline). Transporten till byggplatsen är relativt låg (0,9 kg CO₂e/m²), tack vare lokal återvinning och korta avstånd, medan byggplatsarbetet inklusive montage och spill står för 0,8 kg CO₂e/m². Av detta utgör spillhantering hela 0,5 kg CO₂e/m², vilket pekar på att effektiv materialanvändning kan göra skillnad även i det sista byggleddet. Sammantaget visar analyser att även om klimatsmarta materialval som Greenline EPS gör stor skillnad, är det avgörande att optimera stommen och byggda logistik för att nå en verkligt hållbar väggkonstruktion.

5.7 Livscykelkostnadsanalys

En Livscykelkostnadsanalys (LCC) genomfördes med hjälp av programvaran BidCon. För att värdena ska vara relevanta har kostnaderna för isoleringsmaterial hämtats från leverantören. Medan andra kostnadsparametrarna såsom arbetstid, rivning, arbetskostnaderna är baserad på standardvärden från BidCons intern databas. Resultatet presenterades sedan med mallen BDT-innehåll där specifika kostnader för olika arbetsmoment samt konstruktionsdel redovisades.

Enligt uppgifter från en kontaktperson på BEWI uppgår Greenline EPS:s initiala kostnader till cirka 25 procent över den vanliga EPS 100 (Personlig kommunikation, BEWI,2025). Det innebär en ungefärlig kostnadspris på 333 kr för en tjocklek på 190 mm, och cirka 172 kr per kvadratmeter för 45 mm. Den totala summan för ytterväggen, exklusiva övriga fasadkomponenter landar på ungefär 301 tkr enligt beräkningarna i BidCon. Vilket motsvarar en skillnad på cirka 22 tkr jämfört med vanligt EPS som isoleringsmaterial i ytterväggarna.

För att kunna uppskatta och jämföra kostnader över olika tidsperioder –till exempel 20 eller 50 år så finns det två olika sätt. En manuell beräkningsmodell som beaktar tre centrala kostnadsområden: uppförandet av ytterväggen, framtida rivningskostnader samt eventuella underhållskostnader. Utöver dessa måste även parametrar såsom antal år och inflation/penningvärde inkluderas. Eftersom examensarbetet enbart omfattar produktionsskedet (A1–A5), räknas inte parametrarna för rivning och underhåll med i kalkylen då de inte är relevanta inom ramen för studier.

$$L_{CC} = C_{uppförande} + C_{rivning} \cdot (1 + r)^n + C_{underhåll} \cdot (1 + r)^n$$

Denna formel gör det möjligt att uppskatta den totala kostnaden för en väggkonstruktion över hela dess livscykel, genom att även ta hänsyn till framtida kostnader såsom rivning, diskonterade till dagens penningvärde.

Man kan dessutom genomföra kalkylen i BidCon, där det är möjligt att justera livslängden för olika byggdelar. Genom att förändra livslängden i programmet får man en automatisk beräkning av kostnader över tid. Bilaga F

Kod	Beskrivning	Area (m ²)	resurs (mtrl/enhet)	Total mtrl	Arbete(tim/enhet)	Total tid (tim)	Totalt pris (kr/enhet)	Totalt pris (kr)
31	Yttervägg trästomme s600 - utvändig panel	147,3	1253	184 580	1,756	258,7	2043,3	300 998
53	Lockpanel 22x95 + 25x145	147,3	208,75	30 750	0,693	102,1	520,7	76 705
51	Spikläkt på vägg 34x70 mm, s600	147,3	28,62	4216	0,116	17	80,61	11 875
51	Vindskydd av fiberduk på vägg	147,3	22,34	3290	0,035	5,1	37,93	5588
51	Spikregel på vägg 45x45, s600	147,3	23,96	3530	0,116	17	75,96	11 189
51	Isolering träregelskiva 37 c600, t=45 mm, greenline	147,3	182,32	26 858	0,046	6,8	203,12	29 921
31	Ytterväggsstomme 45x145 mm, s600 bärande	147,3	163,26	24 050	0,277	40,8	288,04	42 432
51	Isolering träregelskiva 37 c600, t=190 mm, greenline	147,3	352,98	51 997	0,081	11,9	389,38	57 359
51	Plastfolie t=0,2 på vägg	147,3	14,94	2200	0,035	5,1	30,54	4498
51	Spikregel på vägg 45x45, s600 (upprepning)	147,3	23,96	3530	0,116	17	75,96	11 189
61	Isolering träregelskiva 37 c600, t=45 mm, greenline	147,3	182,32	26 858	0,046	6,8	203,12	29 921
61	Gipsskiva Normal t=13 b=900 på yttervägg	147,3	49,56	7301	0,196	28,9	137,95	20 321

Tabell 3: Resultat av ytterväggens kostnadsanalys enligt beräkningarna i BidCon.5.8

5.8 Multikriterieanalys

Syftet med analysen är att jämföra olika kriterier relaterade till användning av Greenline EPS i en yttervägg utifrån både klimatpåverkan (LCA) och kostnader (LCCA), för att identifiera för och nackdelar jämfört med traditionella isoleringsmaterial såsom EPS 100.

Valda kriterier och bedömningsdimensioner

kriterium	typ	Enhet	Vikt i analys	kommentar
Klimatpåverkan (total)	Miljö	Kg CO ₂ e	Hög	Total klimatpåverkan från A1-A5
Klimatpåverkan råvaruutvinning	Miljö	Kg CO ₂ e/m ²	Hög	Jämförelse Greenline vs EPS (4,25 vs 12,02) från A1-A3
Kostnad för isolering	Ekonomi	kr/m ²	Medel	Greenline kostnader
Total byggkostnad yttervägg	Ekonomi	kr	Hög	301 000 kr totalt, +22 000 kr jämfört med EPS
Transport	Miljö	Kg CO ₂ e/m ²	Låg	Jämförelse Greenline vs EPS (1,24 vs 3,36), kortare sträcka
Spillhantering+Installation	Miljö	Kg CO ₂ e/m ²	Medel	0,8 kg CO ₂ e/m ² från A5
Greenlines klimatbidrag	Miljö	% av A1-A3	Hög	Greenline ca 26%
Anpassningsbarhet i modellering	Tekniskt	Kvalitativ	Låg	Manuella anpassningar krävs i Revit/Bidcon
Livslängd & framtida kostnader	Ekonomi	Kvalitativ	Medel	Ej beräknat i LCC men viktig

Tabell 4: valda kriterier som har tagits hänsyn till i MK

Resultat av MK

Kriterium	Greenline	Traditionell EPS
Livscykelanalys	6	2
Livscykelkostnad	3	5
Energianvändning	5	4
Summa	14	11

Tabell 5: Resultat av multikriterieanalys

6. Diskussion och slutsatser

6.1 Reflektion

Att genomföra detta examensarbete har varit både lärorik och utmanande resa. Det har gett mig möjlighet att fördjupa mig inom ett område som jag personligen tycker är både aktuellt och viktigt, nämligen hållbart byggande och användning av hållbara material såsom Greenline och Biofoam. Under arbetets gång har jag fått större förståelse för hur komplex byggbranschen miljöpåverkan faktiskt är, men också hur mycket potential det finns att minska denna påverkan genom bättre materialval och cirkulära lösningar. För mig en av de mest värdefulla erfarenheterna var att jobba med faktabaserad jämförelse mellan Greenline och traditionellt EPS, där jag använde mig av en kombination av LCA och LCCA. Det här momentet i arbetet utmanade mig att väga miljönytta mot ekonomi och att förstå hur olika parametrar påverkar helhetsbilden. Detta var inte bara ett tekniskt moment utan också en övning i kritiskt tänkande.

En annan viktig aspekt har varit användningen av digitala verktyg som Revit, BidCon och Energiberäkning.se. I början kändes det överväldigande att sätta sig i så många olika programvaror, särskilt eftersom jag inte hade mycket tidigare erfarenheter av dem. Men med i takt med arbetetsgång blev jag alltmer bekväm med dessa verktyg och insåg hur kraftfulla dessa verktyg kan vara när det gäller att koppla tekniska beräkningar med praktiska planering och analys. Att kunna skapa en visualiserings modell på referensbyggnaden och sedan använda den vidare i kalkyler i andra program som fokuserar på andra aspekter på byggnaden, gav mig en känsla av kontroll samt ett större och djupare förståelse i analysen.

Samarbetet med BEWI var också något som verkligen höjde värdet på arbetet. Genom att ha tillgång till deras produktdata, miljövarudeklarationer och insikter kunde jag arbeta med verkliga förutsättningar i stället för att bara göra antaganden. Det gjorde projektet mer relevant och realistiskt och gav mig en inblick på hur nära kan akademien och industrin faktiskt samarbeta.

Det har dock funnits vissa utmaningar. Dels var det svårt att få tag på all data som behövdes för LCA och LCCA, och ibland var jag tvungen att göra antaganden som kanske inte är helt exakt. Eftersom jag valde att undersöka en ny typ av yttervägg i kombination med ett modernare isoleringsmaterial, uppstod vissa utmaningar kopplade till programmets databasbegränsningar. Varken Revit eller BidCon innehöll färdiga komponenter eller väggtyper som motsvarade den aktuella konstruktionen. Därför behövde jag själv modellera en anpassad väggtyp i Revit och manuellt mata in relevanta materialsnitt och dimensioner. När det gäller BidCon krävdes det att jag använde produktens miljövarudeklaration (EPD) för att manuellt registrera klimatdata såsom CO₂-utsläpp. Utöver detta fick jag även göra vissa antaganden gällande materialdimensioner

och prisuppgifter, då dessa inte fanns tillgängliga i programmens standarddatabas. Dels märkte jag även att det är lätt att man fastnar i detaljerna och därmed tappa tid som skulle behövts till andra delar av projektet. En viktig lärdom är därför vikten av att ha en tydlig plan men samtidigt vara flexibel när verkligheten ser annorlunda ut än man tänkt sig.

6.2 metoddiskussion

Denna studie använde en kombination av kvalitativa och kvantitativa metoder, inspirerad av tidigare forskning om hållbara byggmaterial (pomponi& Moncaster, 2017). Efter slutförd undersökning kan vi reflektera över metodvalens styrkor och svagheter. Studien har genomförts med en metodkombination bestående av litteraturgenomgång, livscykelanalys (LCA), livskostnadsanalys (LCCA) samt multikriterieanalys. Metodiken är anpassad efter att belysa både hållbarhetsaspekter och tekniska prestanda hos biobaserade och återvunna isoleringsmaterial, med särskilt hänsyn till produkten Greenline EPS i jämförelse med traditionellt EPS.

Förstudien utgjorde en central del av arbetet, då den låg till grund för studiens inriktning och problemformulering. Det bakomliggande motivet var byggbranschens behov av att minska klimatpåverkan, särskilt inom isoleringssektorn, där hållbara material erbjuder betydande potential. Genom förstudien kunde jag identifiera nyckelområden med utvecklingsbehov, samt kartlägga möjligheter till mer hållbara lösningar. Detta kunde möjliggöras med hjälp av samarbetet med Bewi som gav tillgång till relevanta data och praktiska insikter.

Vidare i litteraturundersökningen kunde arbetet avsmalnas till specifikt undersökningsområde och vilka tidigare litteraturstudier som detta arbete kan byggas på. Detta resulterade till fyra frågeställningar som studien strävar efter att besvara. Största fördelen med litteraturundersökningen var att man kunde jämföra teori med verkliga tillämpningar, vilket gav en tydlig helhetsbild av materialens potential och utmaningar.

För att få så fullständig analys som möjligt valde jag att undersöka isoleringsmaterialens prestanda i väggkonstruktion för en specifik byggnad. En fallstudie genomfördes i syftet med att undersöka dess väggkonstruktion med valda isoleringsmaterialen. Val av byggnaden berodde på viktiga egenskaper som representerade standard familjehus i Sverige.

Vidare i studien har förberetts en 3D simulering av byggnaden med hjälp av Revit som underlag för programmet BidCon som användes för huvudområdet dvs LCA och LCC i arbetet. Denna simulering är en identisk representant av byggnadens yttervägg med detaljerad trästomme med Greenline isolering. Simulering användes sedan i programmet för att extrahera exakta mängder för byggnaden. Då både modellering av yttervägg och livscykelanalys genomfördes på datorprogram så finns det alltid en risk för överföringsfel mellan program och inmatningsfel av data. Resultaten av LCCA och LCA var

lättbegripliga men största utmaningen var att programmet BidCon var begränsad till A1-A5 vilket täckte ej hela livscykel. Dessutom programmet är gammalt och långsamt vilket ledde till tidsfördröjning att förstå programmet och navigera runt.

Slutligen är det värt att notera att användning av digitala verktyg (Revit, BidCon, Energiberäkning.se) visade sig vara mycket kraftfull men också känslig för inmatningsfel, vilket bekräftar tidigare observationer från Hauschild och Potting (2021) om att LCA-resultat är starkt beroende av korrekt och konsekventa datainmatning.

6.3 resultatdiskussion

Resultatet av denna studie stödjer tidigare forskning och studier kring miljömässiga fördelarna med biobaserade och återvunna material som tidigare nämndes i studien. Greenline EPS erbjuder avsevärda miljöfördelar jämfört med traditionell EPS, trots en något högre initialkostnad. Detta överensstämmer med en rad forskningar som nämndes under denna studie bland annat studien av wang et al (2024), som visade att biobaserade och återvunna isoleringsmaterial tenderar att ha lägre miljöpåverkan under dess livscykel, även om produktionskostnaden i vissa fall kan vara högre. min studie förstärker detta påstående genom att visa att materialet har ett betydligt mindre utsläpp av CO₂ med cirka 66 procent minskning jämför med traditionellt EPS (Bewi group, 2023). Den totala energianvändningen uppskattades till 15,25 MJ per m². Detta kunde också visas i form av LCA analys för ytterväggarna för referensbyggnad under produktionsfasen (A1-A3) i programmet BidCon, dessutom transport fasen (A4) bidrog också mindre till den totala klimatpåverkan tack vare lokal återvinning (inom Sverige).

Vidare bekräftar multikriterieanalys, där klimatpåverkan viktades högst (60%), att miljöaspekten är den mest avgörande faktorn i hållbara materialval. Detta förstärks av Finneveden et al (2009), som påpekar att viktning i LCA ofta reflekterar samhällliga värderingar. Att greenline EPS rankades som mest fördelaktigt i vår analys tyder på att hållbarhet inte bara är ett forskningsmål, utan ett praktiskt och relevant kriterium i nutida projekt. Detta understryker vikten av att utveckla cirkulära ekonomier inom byggsektorn vilket har företaget Bewi lyckats med.

Denna studie begränsas enbart till byggskedet (A1-A5) enligt EN 15804, vilket innebär att viktiga aspekter som energianvändning under byggnadens livslängd och återvinningspotential inte beaktas, vilket kan påverka den totala bedömningen av isoleringsmaterialens miljöprestanda. Resultaten speglar därför endast initiala klimatpåverkan fram till färdigbyggd konstruktion.

När det gäller tekniska egenskaper visar resultaten att Greenline EPS uppnår motsvarande värmemotstånd som traditionell EPS, med liknande lambda-värde (0,035 W/mK). Dessa resultat bekräftades även av Lafond och Blanchet (2020), som visades att biobaserade isoleringsmaterial såsom hampa och träfiber kan uppvisa liknande värmeledningsförmåga

jämfört med EPS. Greenline EPS, trots att det är ett återvunnet material, uppnår samma termiska prestanda som traditionell EPS. Detta innebär att Greenline kan användas i samma tjocklek utan att kompromissa med isoleringsförmågan. Ett avgörande kriterium inom byggbranschen där materialtjocklek påverkar både kostnad och designfrihet.

Dock framhävs vissa utmaningar, såsom höga investeringskostnad och behovet av ökad medvetenhet hos aktörer i byggbranschen. För att dessa material ska kunna konkurrera på bred front med traditionella isoleringsmaterial krävs fortsatt utveckling av tillverkningsmetoder och kostnadseffektivitet. En ökad efterfrågan och bredare användning av biobaserade och återvunna material förutsätter att produktionsprocesserna effektiviseras och att materialen kan erbjudas till mer konkurrenskraftiga priser. Genom att säkerställa låg tillverkningskostnader och samtidigt bibehålla hög kvalitet kan flera byggaktörer från små entreprenörer till stora byggbolag bli mer benägna att välja dessa hållbara produkter.

6.4 Slutsatser och rekommendationer

Kortfattat har slutsatserna dragna med hjälp av detta examensarbete sammanfattats i punktform nedan:

- **Greenline EPS** visar en **60 %** lägre klimatpåverkan jämfört med traditionell EPS under produktionsfasen (A1–A5), främst tack vare lokal återvinning och optimerad transport.
- **Initial kostnaden** för Greenline EPS är **25 % högre**, men kostnadsreduktioner över tid från energieffektivitet och spillreduktion kompenserar delvis för detta.
- Båda materialen uppvisar motsvarande termisk prestanda ($\sim 0,035$ W/mK), vilket tyder på att Greenline EPS kan ersätta traditionell EPS utan behov av större förändringar i installation eller konstruktion.
- Implementering av hållbara material kräver policyåtgärder som subventioner och utbildning av byggaktörer för att öka konkurrenskraften.
- **BIM-verktyg** som Revit och BidCon erbjuder värdefulla analyser, men manuell datainmatning ökar risken för fel – mer integrerade system behövs.

Slutsatsen som kan dras är att Greenline EPS bör prioriteras vid isolering av småhus för att främja klimatmålen, samtidigt som tekniska prestanda bibehålls. Materialet representerar en konkret lösning för att minska byggsektorns klimatavtryck i enlighet med EU:s och Boverkets riktlinjer.

Detta arbete bidrar med en djupare förståelse för hur återvunna material som Greenline EPS kan balansera miljömässiga, tekniska och ekonomiska krav. Studien fungerar som ett underlag för att stödja hållbart materialval och demonstrerar nyttan av metoder som

livscykelanalys (LCA) och multikriterieanalys. Arbetet är även en värdefull resurs för yrkesverksamma som vill integrera cirkulära principer i praktiken.

Rekommendationer för framtida forskning:

- Utöka LCA till hela livscykeln (inklusive fas C och D) för att bedöma långsiktig hållbarhet och återvinningspotential.
- Utveckla automatiserade digitala verktyg som kopplar klimatdata direkt till 3D-modeller, för att minska fel risk och öka effektiviteten.
- Studera Greenline EPS i andra byggnadstyper som flerbostadshus eller kontorsbyggnader, samt i klimat med högre fukt och termisk belastning.
- Undersök strategier för att reducera produktionskostnader för återvunna material, t.ex. genom skalfördelar eller tekniska innovationer.
- Analysera politiska styrmedel som subventioner, gröna upphandlingar eller krav på klimatdeklarationer, för att främja användningen av hållbara material.

Genom att adressera dessa områden kan framtida forskning ytterligare stärka övergången till en cirkulär och klimatsmart byggsektor.

Referenser

ASTM International (2021). Standardspecifikation för värmeisoleringskivor av expanderad polystyren (EPS). West Conshohocken, PA: ASTM.

Backes, C., & Traverso, M. (2021). Life Cycle Sustainability Assessment—A Survey Based Potential Future Development for Implementation and Interpretation, *Sustainability*, 13(24), s.13688. Tillgänglig på: <https://doi.org/10.3390/su132413688>

BEWI Group. (2023). *Miljövarudeklaration för Greenline EPS*. Genevad: BEWI Group.

BEWI Group. (2025). Personlig kommunikation med [Jonas Olofsson; Ahmad Nazal], [Distriktschef], 25 april 2025.

Bourbia, S., et al (2023). A review on recent research on bio-based building materials and their applications. *Materials for Renewable and Sustainable Energy*, 12(2), s. 117–139. Tillgänglig på: <https://doi.org/10.1007/s40243-023-00234-7> .

Burciaga, U. (2020). Sustainability Assessment in Housing Building Organizations for the Design of Strategies against Climate Change. *HighTech and Innovation Journal*.

Tillgänglig på:
<https://doi.org/10.28991/HIJ-2020-01-04-01>

Burström, PG (2007). Byggnadsmaterial – Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper (2). Studentlitteratur AB.

CBCI-projektet (2025). Circular Bio-based Construction Industry (CBCI). Projektwebb, University of Bath. Tillgänglig på: <https://www.bath.ac.uk/projects/cbci-circular-bio-based-construction-industry>

Chen, L., et al. (2023). Embodied energy intensity of global high energy consumption industries: A case study of the construction industry. *Energy*, 277 , 127628.

Tillgänglig på: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127628>

Dodgson, J., Spackman, M., Pearman, A., & Phillips, L. (2010). Multi-Criteria Analysis: En manual. Department for

Communities and Local Government: London. [Länk](#) .

EUMEPS. (2021). *Miljöprofil för EPS-isoleringsprodukter i Europa*. Bryssel: European Manufactures of EPS Association.

Finnveden, G., Hauschild, MZ, Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., & Suh, S. (2009). Recent developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management*, 91(1), 1-21. Tillgänglig på: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.06.018>

Fischer, L., & Losacker, S. (2025). How to build (in) the future? Legitimacy of socio-technical visions in a bio-based construction sector, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 56, s.100996. Tillgänglig på: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2025.100996>.

Fuldauer, L., et al. (2021). Targeting climate adaptation to safeguard and advance the Sustainable Development Goals. *Nature Communications* , 13(1), s. 3579. Tillgänglig på: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31202-w>

Ghisellini, P., et al (2024). Bio-based products for a more sustainable construction sector. Technical, environmental and social performances and impacts. *Discover Sustainability*, 5 (1), 23. Tillgänglig på: <https://sciencedirect.com>

Hajikhani, A., & Suominen, A. (2021). Academic Corporate Collaboration in the Context of Sustainable Development Goals. *Business Finland Policy Brief*. Tillgänglig på: https://www.businessfinland.fi/4af0aa/globalassets/julkaisut/policy-brief-5-2021_academic_corporate-collaboration-and-sdgs.pdf

International Organization for Standardization (ISO). (2006a). *Miljöledning — Livscykelanalys — Principer och ramverk (ISO 14040:2006)*.

International Organization for Standardization (ISO). (2006b). *Miljöledning — Livscykelanalys — Krav och riktlinjer (ISO 14044:2006)*.

Kurniawati, D. et al., 2025. Reduction of microplastics through waste management: Evaluation of water quality and

health risks in the communication policy of the ministry of environment and forestry. *IOP-konferensserien: Earth and Environmental Science*, 1445(1), s. 012043. Tillgänglig på: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1445/1/012043>

Lafond, C. & Blanchet, P., (2020). Technical Performance Overview of Bio-Based Insulation Materials Compared to Expanded Polystyrene. *Buildings*, 10(5), s. 81. Tillgänglig på: <https://doi.org/10.3390/buildings10050081>

Le, DL, Salomone, R. & Nguyen, QT (2023). Circular bio-based building materials: A literature review of case studies and sustainability assessment methods. *Journal of Building and Environment*. Tillgänglig på: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110774>

Li, X., et al. (2024). Beyond plastic pollution: Unveiling chemical release from plastic debris in river water and seawater using non-target screening. *Water Research*, 267, 122515. Tillgänglig på: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122515>.

Lindahl, M., Rydh, CJ, & Tingström, J. (2002). Livscykelanalys (LCA) – En metod för miljösystemanalys. Studentlitteratur.

Olubusoye, O., et al. (2023). Toxic Tire Wear Compounds (6PPD-Q and 4-ADPA) Detected in Airborne Particulate Matter Along a Highway in Mississippi, USA *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 111(6), artikel nr 68. Tillgänglig på: <https://doi.org/10.1007/s00128-023-03820-7>

Pomponi, F., & Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710–718. Tillgänglig på: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>

Mazzoni, F., & Losacker, S. (2024). What hinders the transition towards a bio-based construction sector? A global innovation system perspective on its value chain, *Progress in Economic Geography*, 2, s.100023. Tillgänglig på: <https://doi.org/10.1016/j.peg.2024.100023>.

Plastics Europe (2022). Polystyren: produktion och tillämpningar.

Rakesh, C., et al (2023). Towards a Circular Economy: Challenges and Opportunities for Recycling and Re-manufacturing Materials and Components. *E3S Web of Conferences*, 430, 01129.

Tillgänglig på: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343001129>

Shen, L., Worrell, E., & Patel, MK (2020). Present and future development in plastic from biomass. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 4(1), 25–40. Tillgänglig på:

<https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2018-0056>

Shurrab, J. et al., (2019). Green and sustainable practices in the construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*. Tillgänglig på:

<https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2018-0056>

Timm, JFG, Maciel, VG & Passuello, A. (2023). Towards Sustainable Construction: A Systematic Review of Circular Economy Strategies and Ecodesign in the Built Environment. *Buildings*, 13(8), 2059. Tillgänglig på:

<https://doi.org/10.3390/buildings13082059>

Wang, X., et al. (2024). Starting materials, processes and characteristics of bio-based foams: A review. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, tillgänglig på:

<https://doi.org/10.1016/j.jobab.2024.01.004>

webbsidor

Bewi (2024) document och filer relaterade till Greenline EPS. Hämtad 20 februari från:

<https://bewi.com/documents/bim-greenline-eps-revit?lang=sv>

<https://bewi.com/products/greenline?lang=sv>

Bewi (2024) document och filer relaterade till Biofoam. Hämtad 20 februari från:

<https://bewi.com/products/biofoam/>

European EPS Recycling Association (2022) *EPS-återvinning: en lösning för cirkulär ekonomi*. Hämtad 20 april 2025 från:
<https://www.epspackaging.org/recycling/>

Elecosoft (2022) *BidCon ByggHandledning: Användarmanual*. Hämtad 15 maj 2025 från:
<https://www.elecosoft.se/bidcon-handledning>

Autodesk (2023) *Revit Quick Strat Guide*. Hämtad : 2 april 2025, Tillgänglig på:
<https://www.autodesk.com/learn/ondemand/curated/revit-quick-start-guide>

Träguiden (2023) *Tekniska riktlinjer för träkonstruktioner*. Hämtad 15 maj 2025 från:
<https://www.traguiden.se/>

Energiberäkning.se (2023) *Beräkningsverktyg för energianvändning*. Hämtad 21 februari 2025 från:
<https://www.energiberakning.se/>

Villavarm (2023) *Villa Altermyran: Planlösning och tekniska specifikationer*. Hämtad 15 februari 2025 från:
<https://www.villavarm.se/villa-altermyran/><https://www.bimobject.com/en>

Inhämtning av vetenskapliga artiklar hämtad 10 januari – 5 april från:

<https://scholar.google.com/>

<https://www.scopus.com/>

<https://www.diva-portal.org/smash/search.jsf?dswid=-8024>

<https://www.sciencedirect.com/>

Boverket (2021). *Klimatdeklaration för hållbart byggande*. Tillgänglig från: Boverkets hemsida (hämtad: 17 januari 2025).

<https://www.boverket.se/>

Bilagor

Bilaga A: Miljövarudeklaration för Greenline EPS.

Bilaga B: Referensbyggnad tagen av villavarm hemsidan (planlösning-övriga information) samt ytterväggs ritning.

Bilaga C: Teoretiska beräkningar för yttervägg konstruerad av Greenline/Biofoam (U-värdesberäkning).

Bilaga D: Resultat av årlig Energiberäkning av referensbyggnad.

Bilaga E: Resultat av LCA i programmet BidCon.

Bilaga F: Resultat av LCCA i programmet BidCon.

Prestandadeklaration GreenLine EPS 100 recycled

- 1. Produktens unika identifikationskod:** EPS Cellplast, Expanderad polystyren
- 2. Typ, parti eller serienummer:** Isoleraskiva GreenLine 100 recycled
- 3. Byggproduktens avsedda användning eller användningar i enlighet med den tillämpliga, harmoniserade tekniska specifikationen som avsetts av tillverkaren:** Värmeisoleringsprodukter för byggnader (EPS)
- 4. Tillverkarens namn och adress:** BEWI Insulation Sverige AB, Diabasvägen 11, 541 52 Skövde
- 5. I tillämpliga fall, namn och kontaktadress för tillverkarens representant:**
- 6. Systemet eller systemen för bedömning och kontroll av beständigheten av byggprodukternas prestanda enligt bilaga V:**
System 4. Tillverkaren utför FPC, Factory Production Control
- 7. Namn och identifikationsnummer på det anmälda organet:** IMBIGS Notified body nr 1454, har utfört ITT enligt system 4 och har utfärdat rapport nr 13/21/16/OWU/M-1 och 13/21/16/1/OWU/M-1

8. Väsentliga egenskaper (EN 13163: 2012+A2:2016)	Prestanda	Note
Värmeledningsförmåga	$\lambda_D = 0,037$ W/mK	EN 12667
Termisk prestanda	Se produktens etikett	(resistens R_D)
Tryckhållfasthet, korttid (10% deformation)	CS(10) = 100 kPa	ISO 29469 :2022
Böjhållfasthet	150 kPa	Jfr. bilaga C*
Förskjutningsstyrka	75 kPa	Jfr. bilaga F.3*
Tryckhållfasthet, långtid (2% deformation)	CC = 30 kPa	Jfr. bilaga F.2*
Vattenabsorption långtid (vattenuptag vid full nedsänkning)	WL(T)5	EN/ISO 16535
Vattenångdiffusion motståndsfaktor μ	30 - 70	Jfr. bilaga F.4*
Vattenångpermeabilitet δ mg/(Pa.h.m)	0,009 - 0,020	Jfr. bilaga F.4*
Toleranser	Se produktens etikett	Produkt kod
Brandklass (reaktion mot brand)	NPD (tidigare klass F)	-
Glödande förbränning	NPD	-
Värmeledningsförmågans hållbarhet mot värme, väderpåverkan och åldrande/ nedbrytning	Ingen ändring över tid och NPD (c)	-
Tryckhållfasthetens hållbarhet mot åldrande/ nedbrytning – Frysa/tina	NPD	-
Tryckhållfasthetens hållbarhet mot åldrande/ nedbrytning – Krympning	NPD	-
Brottgräns	NPD	-
Deformation under specifik last	NPD	-
Ljudförhållanden	NPD (b)	-
Utsläpp av farliga ämnen	NPD (a)	-

*Referens till SS/EN 13163:2012+A2:2016

(a) Ingen testmetod tillgänglig

(b) EPS har inga väsentliga ljudabsorptionsegenskaper

(c) Reaktionen vid brandpåverkan för EPS förändras inte med tiden

- 9. Prestandan för denna byggprodukt som avses ovan ska överensstämma med den deklarerade prestandan i punkt 8. Prestandadeklaration utfärdas på eget ansvar av den tillverkare som anges ovan.**

Underskrivet för tillverkaren och dennes vägnar av:



Ahmad Nazal, koordinator QHSE
Skövde, 2024.03.07

Environmental product declaration

in accordance with ISO 14025 and EN 15804+A2

GREENLINE EPS SWEDEN





The Norwegian EPD Foundation

Owner of the declaration:

BEWI ASA, Insulation and Construction

Product:

GREENLINE EPS SWEDEN

Declared unit:

1 m²

This declaration is based on Product Category Rules:

CEN Standard EN 15804:2012+A2:2019 serves as core PCR.

NPCR 012:2022 Part 8 for Thermal insulation products

Program operator:

The Norwegian EPD Foundation

Declaration number:

NEPD-9159-8728

Registration number:

NEPD-9159-8728

Issue date:

13.02.2025

Valid to:

13.02.2030

EPD software:

LCAno EPD generator ID: 285421

General information**Product**

GREENLINE EPS SWEDEN

Program operator:

The Norwegian EPD Foundation
Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo, Norway
Phone: +47 977 22 020
web: www.epd-norge.no

Declaration number:

NEPD-9159-8728

This declaration is based on Product Category Rules:

CEN Standard EN 15804:2012+A2:2019 serves as core PCR.
NPCR 012:2022 Part B for Thermal insulation products

Statement of liability:

The owner of the declaration shall be liable for the underlying information and evidence. EPD Norway shall not be liable with respect to manufacturer information, life cycle assessment data and evidences.

Declared unit:1 m² GREENLINE EPS SWEDEN**Declared unit with option:**

A1,A2,A3,A4,A5,C1,C2,C3,C4,D

Functional unit:

1 m² Greenline 80 EPS insulation board with 38 mm thickness at R=1 m²K/W, transportation to site, waste handling and recovery.

Use the conversion table on page 5 for other thicknesses and qualities than the declared unit.

General information on verification of EPD from EPD tools:

Independent verification of data, other environmental information and the declaration according to ISO 14025:2010, § 8.1.3 and § 8.1.4. Verification of each EPD is made according to EPD-Norway's guidelines for verification and approval requiring that tools are i) integrated into the company's environmental management system, ii) the procedures for use of the EPD tool are approved by EPD-Norway, and iii) the process is reviewed annually by an independent third party verifier. See Appendix G of EPD-Norway's General Programme Instructions for further information on EPD tools

Verification of EPD tool:**Owner of the declaration:**

BEWI ASA, Insulation and Construction
Contact person: Marc Storm Andersen
Phone: +45 72157902
e-mail: marc.andersen@bewi.com

Manufacturer:

BEWI ASA, Insulation and Construction

Place of production:

BEWI ASA, Insulation and Construction
Hammarvikringen 64
HAMAR 7263, Norway

Management system:

ISO 14001 og 9001 for all production sites

Organisation no:

925437948

Issue date:

13.02.2025

Valid to:

13.02.2030

Year of study:

2021

Comparability:

EPD of construction products may not be comparable if they not comply with EN 15804:2012+A2:2019 and seen in a building context.

Development and verification of EPD:

The declaration is created using EPD tool lca.tools ver EPD2022.03, developed by LCA.no. The EPD tool is integrated in the company's management system, and has been approved by EPD Norway. NEPD797

Developer of EPD: Ahmad Nazal

Reviewer of company-specific input data and EPD: Mikael Danestedt

Approved:

Håkon Hauan
Managing Director of EPD-Norway

Independent third party verification of the EPD tool, background data and test-EPD in accordance with EPDNorway's procedures and guidelines for verification and approval of EPD tools.

Third party verifier:

Elisabet Amat, GREENIZE projects

(no signature required)

Product

Product description:

Product variation and calculation of averages
 The insulation board is provided in several dimensions and thicknesses.
 No variation between sites; single production site dedared.
 Product description

Expanded polystyrene (EPS) is a common material used for thermal insulation of buildings, including floors, walls and ceilings. It is a polymer foam, consisting of air-filled polystyrene cells. As 98% of the material is air, EPS provides good insulating properties at a low weight. Other characteristics of the material include low moisture absorption, long service life and high compressive strength.

EPS is manufactured through permeating polystyrene beads with pentane, allowing the beads to expand when exposed to steam. This addition of a so-called blowing agent adds 4% - 6% w/w. The expanded polystyrene (EPS) beads are then fed into a block molding machine, where steam and pressure forms large blocks of EPS. The amount of EPS going into the mold determines the density of the block, where pressure class 80 provides a density at 80 kN/m², which is approximately 15 kg/m³. After molding, the remaining blowing agent, pentane, is aired out and the blocks are cut into the desired shape.

Weight per dedared unit is 0,57 kg given a density of 15 kg/cubic meter with a thickness of 38 mm.

Product specification

Density:

80: 15,0 kg/m³
 100: 17,5 kg/m³
 150: 23,5 kg/m³
 200: 28,5 kg/m³
 300: 39,5 kg/m³

Materials	kg	%
Plastic - Polystyrene expandable (EPS)	0,57	100,00
Total	0,57	100,00
Packaging	kg	%
Packaging - EPS	0,00	33,63
Packaging - Plastic	0,01	66,37
Total incl. packaging	0,58	100,00

Technical data:

Typical size: 600 mm x 1200 mm, 1200 x 2400mm
 Typical thickness: 10 mm - 400 mm
 Moisture absorption: < 5 vol%
 Fire Class: F

Market:

Sweden, Norway, Denmark

Reference service life, product

As in the construction where it is used

Reference service life, building or construction works

As in the construction where it is used

LCA: Calculation rules

Declared unit:

1 m² GREENLINE EPS SWEDEN

Cut-off criteria:

All major raw materials and all the essential energy is included. The production processes for raw materials and energy flows with very small amounts (less than 1%) are not included. These cut-off criteria do not apply for hazardous materials and substances.

Allocation:

The allocation is made in accordance with the provisions of EN 15804+A2. Incoming energy and water and waste production in-house is allocated equally among all products through mass allocation. Effects of primary production of recycled materials is allocated to the main product in which the material was used. The recycling process and transportation of the material is allocated to this analysis.

Data quality:

Specific data for the product composition are provided by the manufacturer. The data represent the production of the declared product and were collected for EPD development in the year of study. Background data is based on EPDs according to EN 15804 and different LCA databases. The data quality of the raw materials in A1 is presented in the table below.

Materials	Source	Data quality	Year
Packaging - EPS	Plastics Europe + ecoinvent 3.6	European average.	2019
Packaging - Plastic	ecoinvent 3.6	Database	2019
Plastic - Polystyrene expandable (EPS)	Supplier Specific	Project EPD	2024

System boundaries (X=included, MND=module not declared, MNR=module not relevant)

Product stage			Construction installation stage		Use stage							End of life stage				Beyond the system boundaries
Raw materials	Transport	Manufacturing	Transport	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Rehabilitation	Operational energy use	Operational water use	Deconstruction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recycle-Recycling potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	X

System boundary:



Deklarerad Tjocklek (R=1)	Kvalitet	R=1	50 mm	100 mm	150 mm	200 mm	m ³
38 mm	80 kPa	1,00	1,32	2,63	3,95	5,26	26,32
37 mm	100 kPa	1,07	1,45	2,90	4,36	5,81	29,04
35 mm	150 kPa	1,51	2,15	4,30	6,45	8,61	43,03
34 mm	200 kPa	1,58	2,32	4,64	6,96	9,28	46,42
34 mm	300 kPa	2,42	3,56	7,12	10,68	14,24	71,22

Additional technical information:

LCA: Scenarios and additional technical information

The following information describe the scenarios in the different modules of the EPD.

Transport from production place to user (A4)	Capacity utilisation (incl. return) %	Distance (km)	Fuel/Energy Consumption	Unit	Value (Liter/tonne)
Truck, 16-32 tonnes, EURO 6 (kgkm)	36,7 %	100	0,043	l/tkm	4,30
Assembly (A5)					
	Unit	Value			
Waste, packaging, plastic to average treatment - A5 (inkl transport) (kg)	kg	0,011			
De-construction demolition (C1)					
	Unit	Value			
Manual demolition of EPS in C1	kg	0,57			
Transport to waste processing (C2)					
	Capacity utilisation (incl. return) %	Distance (km)	Fuel/Energy Consumption	Unit	Value (Liter/tonne)
Truck, over 32 tonnes, EURO 6 (kgkm)	53,3 %	20	0,023	l/tkm	0,46
Waste processing (C3)					
	Unit	Value			
Waste, Polystyrene, incineration	kg	0,57			
Disposal (C4)					
	Unit	Value			
Landfilling of ashes from incineration of PS	kg	0,0017			
Benefits and loads beyond the system boundaries (D)					
	Unit	Value			
substitution of electricity (MJ)	MJ	0,33			
Substitution of thermal energy (MJ)	MJ	18,20			

LCA: Results

The LCA results are presented below for the declared unit defined on page 2 of the EPD document.

Environmental impact											
Indicator	Unit	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
GWP-total	kg CO ₂ -eq	4,21E-01	4,85E-02	1,07E-01	9,50E-03	8,95E-04	0,00E+00	1,01E-03	1,82E+00	8,86E-05	-1,03E-01
GWP-fossil	kg CO ₂ -eq	4,19E-01	4,85E-02	1,02E-01	9,50E-03	8,95E-04	0,00E+00	1,01E-03	1,82E+00	8,85E-05	-9,98E-02
GWP-biogenic	kg CO ₂ -eq	1,32E-03	1,80E-05	2,04E-03	3,93E-06	1,24E-07	0,00E+00	4,34E-07	1,25E-05	4,70E-08	-5,99E-05
GWP-luluc	kg CO ₂ -eq	1,42E-03	2,00E-05	3,58E-03	3,38E-06	6,86E-08	0,00E+00	3,09E-07	1,99E-06	1,36E-08	-3,61E-03
ODP	kg CFC11-eq	5,53E-08	1,10E-08	2,71E-08	2,15E-09	5,40E-11	0,00E+00	2,44E-10	1,30E-09	1,00E-11	-7,69E-03
AP	mol H ⁺ -eq	3,12E-03	6,41E-04	3,64E-04	2,73E-05	1,10E-06	0,00E+00	3,26E-06	2,16E-04	3,12E-07	-8,25E-04
EP-FreshWater	kg P -eq	2,06E-05	3,18E-07	3,76E-06	7,59E-08	1,84E-09	0,00E+00	8,06E-09	1,29E-07	1,20E-09	-8,97E-06
EP-Marine	kg N -eq	6,59E-04	1,57E-04	6,43E-05	5,40E-06	1,01E-06	0,00E+00	7,14E-07	1,04E-04	9,73E-08	-2,79E-04
EP-Terrestrial	mol N -eq	7,33E-03	1,74E-03	8,22E-04	6,04E-05	3,95E-06	0,00E+00	7,96E-06	1,11E-03	1,11E-06	-3,01E-03
POCP	kg NMVOC-eq	2,23E-03	4,84E-04	6,78E-03	2,31E-05	1,30E-06	0,00E+00	3,13E-06	2,67E-04	3,06E-07	-8,30E-04
ADP-minerals&metals ¹	kg Sb-eq	6,19E-06	6,82E-07	2,22E-06	2,62E-07	4,76E-09	0,00E+00	1,80E-08	5,61E-08	4,96E-10	-6,23E-07
ADP-fossil ¹	MJ	7,73E+00	7,31E-01	6,47E+00	1,44E-01	3,69E-03	0,00E+00	1,64E-02	1,11E-01	8,05E-04	-1,43E+00
WDP ¹	m ³	-1,54E+01	4,40E-01	6,55E+02	1,39E-01	1,30E-02	0,00E+00	1,26E-02	2,47E-01	8,35E-03	-5,19E+00

GWP-total = Global Warming Potential total; GWP-fossil = Global Warming Potential fossil fuels; GWP-biogenic = Global Warming Potential biogenic; GWP-luluc = Global Warming Potential land use and land use change; ODP = Depletion potential of the stratospheric ozone layer; AP = Acidification potential, Accumulated Exceedance; EP-freshwater = Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment; EP-marine = Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching marine end compartment; EP-terrestrial = Eutrophication potential, Accumulated Exceedance; POCP = Formation potential of tropospheric ozone; ADP-minerals&metals = Abiotic depletion potential for non-fossil resources; ADP-fossil = Abiotic depletion for fossil resources potential; WDP = Water (user) deprivation potential, deprivation-weighted water consumption

¹Reading example: 9,0 E-03 = 9,0*10⁻³ = 0,009

¹INA Indicator Not Assessed

1. The results of this environmental impact indicator shall be used with care as the uncertainties on these results are high or as there is limited experienced with the indicator

Remarks to environmental impacts

Additional environmental impact indicators											
Indicator	Unit	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
PM	Disease incidence	2,17E-08	3,39E-09	2,63E-09	5,81E-10	2,00E-11	0,00E+00	9,30E-11	9,10E-10	4,00E-12	-5,24E-08
IRP ²	kgBq U235 -eq	1,84E-02	3,18E-03	2,21E-01	6,27E-04	1,67E-05	0,00E+00	7,19E-05	1,86E-04	3,82E-06	-8,22E-03
ETP-fw ¹	CTUe	7,01E+00	5,00E-01	3,44E+00	1,06E-01	3,52E-03	0,00E+00	1,20E-02	2,69E-01	1,48E-03	-7,85E+00
HTP-c ¹	CTUh	4,61E-10	0,00E+00	1,00E-10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,60E-11	0,00E+00	-1,33E-10
HTP-nc ¹	CTUh	5,46E-09	5,18E-10	2,43E-09	1,16E-10	3,00E-12	0,00E+00	1,20E-11	3,02E-09	3,00E-12	-7,47E-09
SQP ¹	dimensionless	5,52E+00	6,24E-01	2,86E+00	1,00E-01	6,44E-03	0,00E+00	1,89E-02	1,33E-02	2,22E-03	-1,01E+01

PM = Particulate Matter emissions; IRP = Ionizing radiation – human health; ETP-fw = Eco toxicity – freshwater; HTP-c = Human toxicity – cancer effects; HTP-nc = Human toxicity – non cancer effects; SQP = Potential Soil Quality Index (dimensionless)

¹Reading example: 9,0 E-03 = 9,0*10⁻³ = 0,009
²INA Indicator Not Assessed




1. The results of this environmental impact indicator shall be used with care as the uncertainties on these results are high or as there is limited experienced with the indicator
2. This impact category deals mainly with the eventual impact of low dose ionizing radiation on human health of the nuclear fuel cycle. It does not consider effects due to possible nuclear accidents, occupational exposure nor due to radioactive waste disposal in underground facilities. Potential ionizing radiation from the soil, from radon and from some construction materials is also not measured by this indicator.

Resource use											
Indicator	Unit	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
PERE	MJ	8,08E-01	7,88E-03	3,10E+00	2,06E-03	9,32E-05	0,00E+00	2,07E-04	3,20E-03	4,69E-05	-8,31E+00
PERM	MJ	9,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	MJ	7,97E-01	7,88E-03	3,10E+00	2,06E-03	9,32E-05	0,00E+00	2,07E-04	3,20E-03	4,69E-05	-8,31E+00
PENRE	MJ	8,02E+00	7,31E-01	6,48E+00	1,44E-01	3,69E-03	0,00E+00	1,64E-02	1,11E-01	8,06E-04	-1,43E+00
PENRM	MJ	6,84E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ	7,63E+00	7,31E-01	6,48E+00	1,44E-01	3,69E-03	0,00E+00	1,64E-02	1,11E-01	8,06E-04	-1,43E+00
SM	kg	5,70E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	3,96E-03	2,63E-04	1,21E-02	7,35E-05	2,44E-06	0,00E+00	7,24E-06	8,94E-05	1,17E-06	-8,39E-04
NRSF	MJ	5,35E-03	7,69E-04	3,81E-02	2,63E-04	6,40E-06	0,00E+00	2,43E-05	0,00E+00	1,86E-04	-5,51E-01
FW	m ³	2,96E-03	6,94E-05	7,75E-03	1,54E-05	1,95E-06	0,00E+00	1,87E-06	3,15E-04	7,40E-07	-3,68E-03

PERE = Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials; PERM = Use of renewable primary energy resources used as raw materials; PERT = Total use of renewable primary energy resources; PENRE = Use of non renewable primary energy excluding non-renewable primary energy resources used as raw materials; PENRM = Use of non renewable primary energy resources used as raw materials; PENRT = Total use of non renewable primary energy resources; SM = Use of secondary materials; RSF = Use of renewable secondary fuels; NRSF = Use of non-renewable secondary fuels; FW = Net use of fresh water

*Reading example: 9,0 E-03 = 9,0*10⁻³ = 0,009*





*INA Indicator Not Assessed

End of life - Waste												
Indicator	Unit	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D	
	HWD	kg	3,80E-03	3,70E-05	2,12E-03	7,40E-06	0,00E+00	0,00E+00	9,00E-07	0,00E+00	1,47E-03	-2,08E-05
	NHWD	kg	3,09E-01	4,57E-02	2,32E-02	6,98E-03	1,13E-02	0,00E+00	1,43E-03	0,00E+00	7,28E-04	-2,96E-02
	RWD	kg	2,53E-05	5,02E-06	9,74E-05	9,78E-07	0,00E+00	0,00E+00	1,12E-07	0,00E+00	4,86E-09	-7,20E-06

HWD = Hazardous waste disposed; NHWD = Non-hazardous waste disposed; RWD = Radioactive waste disposed

*Reading example: 9,0 E-03 = 9,0*10⁻³ = 0,009*

*INA Indicator Not Assessed

End of life - Output flow												
Indicator	Unit	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D	
	CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	MFR	kg	0,00E+00	0,00E+00	2,81E-03	0,00E+00	5,77E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	8,63E-03	0,00E+00	5,65E-07	0,00E+00	0,00E+00	5,70E-01	0,00E+00	0,00E+00
	EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	5,72E-03	0,00E+00	8,68E-07	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	EET	MJ	0,00E+00	0,00E+00	8,65E-02	0,00E+00	1,31E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,52E+01	0,00E+00	0,00E+00

CRU = Components for re-use; MFR = Materials for recycling; MER = Materials for energy recovery; EEE = Exported energy electrical; EET = Exported energy thermal

*Reading example: 9,0 E-03 = 9,0*10⁻³ = 0,009*

*INA Indicator Not Assessed

Biogenic Carbon Content		
Indicator	Unit	At the factory gate
Biogenic carbon content in product	kg C	0,00E+00
Biogenic carbon content in accompanying packaging	kg C	0,00E+00

Note: 1 kg biogenic carbon is equivalent to 44/12 kg CO₂

Additional requirements

Greenhouse gas emissions from the use of electricity in the manufacturing phase

National production mix from import, low voltage (production of transmission lines, in addition to direct emissions and losses in grid) of applied electricity for the manufacturing process (A3).

Electricity mix	Source	Amount	Unit
Electricity, Sweden (kWh)	ecoinvent 3.6	54,94	g CO ₂ -eq/kWh

Dangerous substances

The product contains no substances given by the REACH Candidate list.

Indoor environment

Additional Environmental Information

Additional environmental impact indicators required in NPCR Part A for construction products											
Indicator	Unit	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
GWPIOBC	kg CO ₂ -eq	4,13E-01	4,85E-02	1,07E-01	9,50E-03	8,95E-04	0,00E+00	1,01E-03	1,82E+00	9,19E-05	-1,02E-01

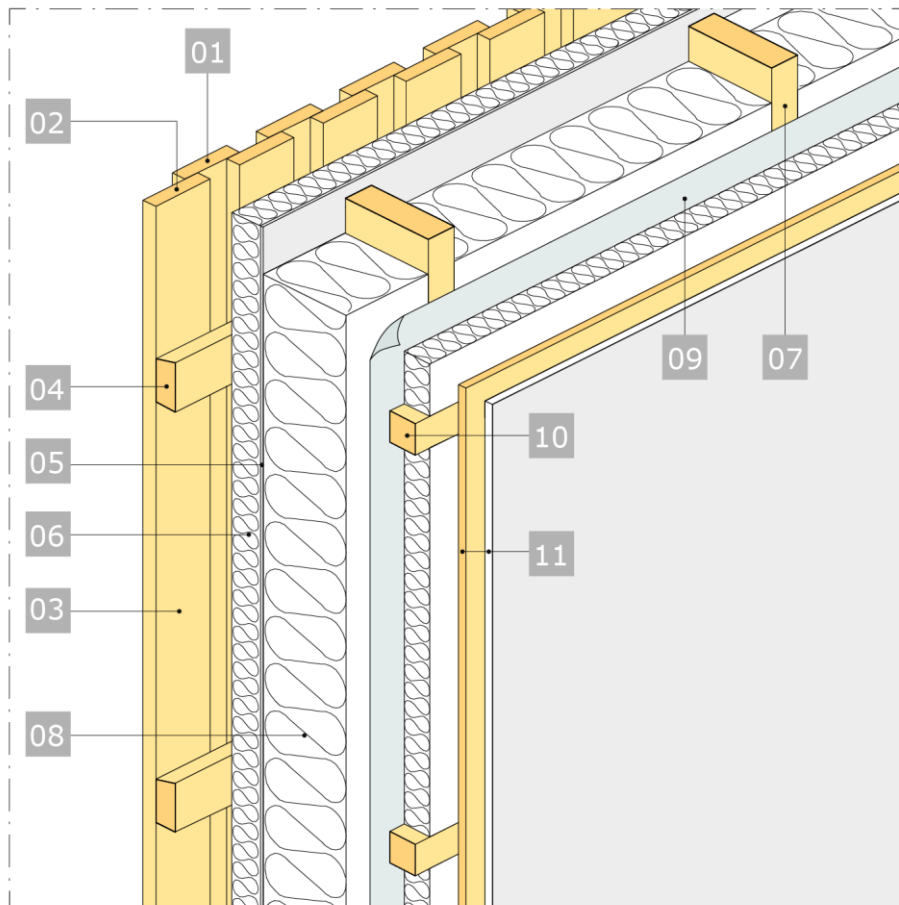
GWPIOBC: Global warming potential calculated according to the principle of instantaneous oxidation. In order to increase the transparency of biogenic carbon contribution to climate impact, the indicator GWP-IOBC is required as it declares climate impacts calculated according to the principle of instantaneous oxidation. GWP-IOBC is also referred to as GWP-GHG in context to Swedish public procurement legislation.

Bibliography

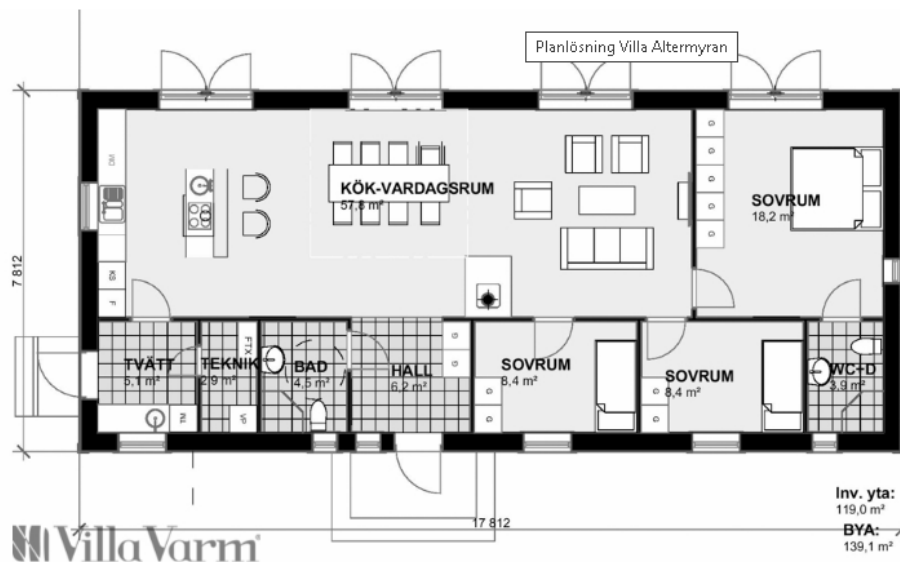
ISO 14025:2010 Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures.
 ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines.
 EN 15804:2012+A2:2019 Environmental product declaration - Core rules for the product category of construction products.
 ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works - Core rules for environmental product declarations of construction products.
 ecoinvent v3, Allocation, cut-off by classification, Swiss Centre of Life Cycle Inventories.
 Iversen et al., (2021) eEPD v2021.09 Background information for EPD generator tool system verification, LCA.no Report number: 07.21
 Vold et. al., (2022) EPD generator for NPCR 012 Thermal insulation, Background information for EPD generator application and LCA data, LCA.no report number: 07.22.
 NPCR Part A: Construction products and services. Ver. 2.0. April 2021, EPD-Norge.
 NPCR 012 Part B for Part B for Thermal insulation products, Ver. 2.0, 31.03.2022, EPD Norway.

 Global program operator	Program operator and publisher The Norwegian EPD Foundation Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo, Norway	Phone: +47 977 22 020 e-mail: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
	Owner of the declaration: BEWI ASA, Insulation and Construction Hammarvikringen 64, HAMAR 7263, Norway	Phone: +45 72157902 e-mail: marcandersen@bewi.com web: https://bewi.com
	Author of the Life Cycle Assessment LCA.no AS Dokka 6A, 1671 Kråkerøy, Norway	Phone: +47 916 50 916 e-mail: post@lca.no web: www.lca.no
	Developer of EPD generator LCA.no AS Dokka 6A, 1671 Kråkerøy, Norway	Phone: +47 916 50 916 e-mail: post@lca.no web: www.lca.no
	ECO Platform ECO Portal	web: www.eco-platform.org web: ECO Portal

Bilaga B



Planlösning



Planlösning Villa Altermyran

Bilaga C

Column1	Column2	Column3	Column4	Column5	Column6	Column7	Column8	Column9	Column10
					U-method				λ-method
Biofoam					A	B	C	D	
Material	Andel(%)	d(m)	λ (W/mk)	R=d/λ	Trä-Trä	Trä-MU	MU-MU	MU-Trä	
Rse				0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Träpanel		0.022	0.14	0.1571429	0.1571429	0.1571429	0.1571429	0.1571429	0.15714286
Glespanel		0.025	0.14	0.1785714	0.1785714	0.1785714	0.1785714	0.1785714	0.17857143
Ittre Isol		0.045	0.035	1.2857143	1.2857143	1.2857143	1.2857143	1.2857143	1.28571429
Biofoam	88%	0.19	0.035	5.4285714			5.4285714	5.4285714	
trä	12%	0.19	0.14	1.3571429	1.3571429	1.3571429			
trä+biofoam		0.19	0.047	4.0425532					4.04255319
biofoam	90%	0.045	0.035	1.2857143		1.2857143	1.2857143		
trä	10%	0.045	0.14	0.3214286	0.3214286			0.3214286	
Biofoam+trä		0.045	0.045	1					1
Gips		0.013	0.25	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052
Rsi				0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
				Rtot	3.522	4.4862857	8.5577143	7.5934286	6.88598176
				U	0.2839296	0.2229015	0.1168536	0.1316928	
				Andel	1%	11%	79%	9%	
				Uandel	0.0034072	0.0240734	0.0925481	0.011589	
				Uu	0.1316176			Uλ	0.14522257
				Ru	7.59777			Rλ	6.88598176
				R	7.2418759				
				U	0.1380858				

Column1	Column2	Column3	Column4	Column5	Column6	Column7	Column8	Column9	Column10
					U-method				λ-method
Greenline					A	B	C	D	
Material	Andel(%)	d(m)	λ (W/mk)	R=d/λ	Trä-Trä	Trä-MU	MU-MU	MU-Trä	
Rse				0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Träpanel		0.022	0.14	0.1571429	0.1571429	0.1571429	0.1571429	0.1571429	0.15714286
Glespanel		0.025	0.14	0.1785714	0.1785714	0.1785714	0.1785714	0.1785714	0.17857143
Ittre Isol		0.045	0.037	1.2162162	1.2162162	1.2162162	1.2162162	1.2162162	1.21621622
Greenline	88%	0.19	0.037	5.1351351			5.1351351	5.1351351	
trä	12%	0.19	0.14	1.3571429	1.3571429	1.3571429			
trä+greenline		0.19	0.05	3.8					3.8
greenline	90%	0.045	0.037	1.2162162		1.2162162	1.2162162		
trä	10%	0.045	0.14	0.3214286	0.3214286			0.3214286	
greenline+trä		0.045	0.047	0.9574468					0.95744681
Gips		0.013	0.25	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052
Rsi				0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
				Rtot	3.4525019	4.3472896	8.1252819	7.2304942	6.53137731
				U	0.289645	0.2300284	0.1230727	0.1383031	
				Andel	1%	11%	79%	9%	
				Uandel	0.0034757	0.0248431	0.0974735	0.0121707	
				Uu	0.137963			Uλ	0.15310706
				Ru	7.248319			Rλ	6.53137731
				R	6.8898481				
				U	0.1451411				

Blaga D

2025-03-27 16:56 Beräkna energi och effekt med värmepump i byggnad

Dynamisk (1h) beräkning av energi- och effektbehov för ett hus. SS-EN ISO 13790:2008
Programmet kontrollerar om huset kan godkännas av kommunen enl Boverkets regler [BBR 29, 30, 31](#)
Användaren ansvarar själv för det beräknade resultatet. [version: 20250314].

Country: Sverige Language: Svenska

BBR-version, klimat, temperatur

BBR version : BBR 29 Kommun: Halmstad Geografisk justeringsfaktor: 0.9

Klimatdata för: Ort i Sverige: Halmstad Dimensionerande VinterUteTemperatur [t=24h]: -13.3
Internationell ort: Aberdeen 2020 Klimatkorrigering [%]: 0.0
Inomhustemperatur [°C]: 21

Ladda upp en alternativ klimatfil

[Sveby](#) Ingen fil har valts


[Shiny Weather](#)

Hustyp, area, lägenheter och personer

småhus

Atemp m2, uppvärmd (>+10°C) golvarea (ej garage) 119 Antal lägenheter 1 Flerbostadshus med små lägenheter Antal personer 3

"Gratisvärme" från hushållset, tappvarmvatten, personer, processer och sol genom fönster.

Använd schablonvärden enligt: 

BEN 3 [BEN 2](#) [BEN 3](#)

		"gratis"	
Personvärme	240 <input type="text"/>	Watt	
Hushållset/verksamhetsel kWh/år	3570 <input type="text"/>	285 <input type="text"/>	Watt
Tappvarmvatten Watt	500 <input type="text"/>		
Tappvarmvatten kWh/år	2400 <input type="text"/>	54 <input type="text"/>	Watt
Processer i lokal, kWh/år	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Watt

Solillskott genom fönster Dynamiskt beräknat Enkel metod kWh/år

[Beräkna](#)

Förluster: Transmission, ventilation, infiltration, tappvarmvatten, fastighetenergi, kyla

	Watt / °C	Watt
Omslutande area [m2]	402 <input type="text"/>	
Isolering: Um [W/m2 °C]	0.21 <input type="text"/>	84 <input type="text"/>

[Beräkna Um](#)

<https://www.energiberakning.se> 1/6

Specifisera VAV	Konstant flöde	<input type="button" value="OK"/>	Infiltration vid 50 Pa [l/s m ²]	<input type="text" value="0.6"/>	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="397"/>
			Totalt ventilationsflöde [l/s]	<input type="text" value="42.9"/>	<input type="text" value="51"/>	<input type="text" value="1 766"/>
			Vädning [kWh/m ² år]	<input type="text" value="4"/>		
<input type="button" value="Från- och tilluft med värmeåtervinning, F"/>	<input type="button" value="OK"/>		Fastighetsenergi, el [kWh/år]	<input type="text" value="668"/>		
			Kyla [kWh/år]	<input type="text"/>		
			Fjärrkyla [kWh/år]	<input type="text"/>		
			Frikyla [kWh/år]	<input type="text"/>		
			Reglerförhuster [%]	<input type="text" value="0.6"/>		
			Rör- Kanalförlust m.m. [W]	<input type="text"/>	<input type="button" value="Beräkna"/>	
			Rör- Kanalförlust m.m. [W/K]	<input type="text"/>		

Tidskonstant för byggnadens värmetröghet och DVUT

Lätt eller tung byggnad	Tidskonstant [timmar]	Dim VinterUteTemperatur [°C]
Normal	<input type="text" value="24"/> <input type="button" value="Beräkna ny DVUT"/>	<input type="text" value="-13.3"/>

Ventilationsvärmväxlare - FTX

	Årsmedelenergieffektivitetsgrad	Watt /°C	Watt
Värmeåtervinning, FTX	<input type="text" value="70"/> % netto	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Värmepump

Marknad/Land:	Typ:	Fabrikat / Företag	Modell
Sverige	Frårluft	Nibe	F730

Max framledningstemperatur °C

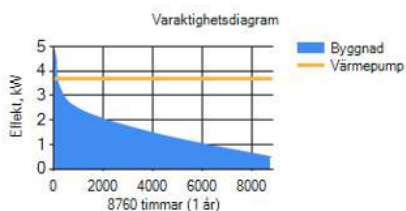
temp1; kW1; cop1; temp2; kW2; cop2...

[Visa hjälpsida](#)

Värmefaktor Watt vid DVUT

 [Hemsida för vald värmepump](#)

Nibe 0433-273000

info@nibe.se VP för byggnadsuppvärmning VP för tappvarmvatten**Energibärare... [El, fjärrvärme, biobränsle, olja eller gas]**

Ange nedan %-fördelning, av den eller de energibärare som ska användas, för att värma huset och tappvarmvattnet. En värmepumps motor räknas alltid som eldriven, av programmet.

Viktningfaktorer enl BBR - och avsedd %-fördelning på respektive energibärare

El	<input type="text" value="1.8"/>	Andel av husets tappvarmvatten och uppvärmning [%]	<input type="text" value="100"/>
Fjärrvärme	<input type="text" value="0.7"/>	Andel av husets tappvarmvatten och uppvärmning [%]	<input type="text" value="0"/>

2025-03-27 16:56

Beräkna energi och effekt med värmepump i byggnad

Biobränslen, fasta, flytande eller gasformiga	<input type="text" value="0.6"/>	Andel av husets tappvarmvatten och uppvärmning [%]	<input type="text" value="0"/>
Fossil olja	<input type="text" value="1.8"/>	Andel av husets tappvarmvatten och uppvärmning [%]	<input type="text" value="0"/>
Fossil gas	<input type="text" value="1.8"/>	Andel av husets tappvarmvatten och uppvärmning [%]	<input type="text" value="0"/>
Annat	<input type="text" value="1"/>	Andel av husets tappvarmvatten och uppvärmning [%]	<input type="text" value="0"/>

BBR: Energi som alstras i byggnaden eller på dess tomt [\[sic\]](#)

Energi från sol, vind, mark, luft eller vatten som värmer byggnaden eller tappvarmvatten [kWh/år]

El från sol, vind, mark, luft eller vatten som används till fastighetsenergi eller elkyla [kWh/år]

Beräkna effektbehov vid DVUT och energibehov

Effekt [W] vid DVUT - Beräknat resultat

	Effektbehov och BBR-krav		Watt
	Watt	Produktion	
Byggnad (U+V+I)	5 058	Värmepump (el in, DVUT)	1460
Tillskott ("gratis")	632	El	1500
Återvunnet från ventilationen	0	Totalt behov av eleffekt	2 960
		Specifik eleffekt Watt/m2	24,9
		BBR el-krav, fast del	4500
Radiatorsystem	4 426	BBR el-krav, Atemp>130	0
Tappvarmvatten	500	BBR el-krav, vent>0.35 l/s	0
Sunna värme + vv	4926	BBR el-krav, totalt	4500

Energi [kWh/år] - Beräknat resultat

Energi behov [kWh/år] för byggnaden:

[Regler: BBR 29] [Kommun: Halmstad] [Klimatfil: Halmstad]

Beräknat 2025-03-27 16:55:11 med www.energiberakning.se, version 20250314

Balanstemperatur [°C]	16,7	Tappvarmvatten	2 400
Gradtimmar baserade på klimatfil [Kh]	74 265	Byggnadsuppvärmning	11 035
Tillgodogjörd solenergi genom fönster	600	Värmeenergi från byggnad / tomt, solfångare	
Verkningsgrad uppvärmning [%]	100	Värmeenergi (köpt)	13 435
Transmission, brutto [kWh/år]	9 257	El Fastighetsenergi	668
Ventilation + Infiltration, bto [kWh/år]	6 995	El använt för kyla	0
		El från byggnaden / tomt	
		Elenergi (köpt)	668

<https://www.energiberakning.se>

3/6

		Fjärrkyla	
		Byggnadens energianvändning kWh/år	14 103
Atemp [m2]	119	Specifik energianvändning, kWh/m2 år	119
		Hushållsel	3570
		Total energi, kWh/år	17 673

Energibehov [kWh/år] för byggnaden, med värmepump: F730

Värmeenergi från byggnad / tomt, solfångare (gratis)	
Värmepumpens täckningsgrad [%]	100 %
El till värmepumpens motor	3919
Spets	40
El till värmepumpens motor + spets (Summa)	3960
El fastighetsenergi	668
El använt för kyla	0
Fjärrkyla, Frikyla [kWh/år]	
El från byggnaden / tomt (gratis)	-
Byggnadens energianvändning [kWh/år]	4627
Specifik energianvändning [kWh/m2 år]	39

[Cost Optimal calculation](#)

Beräknat resultat: Byggnadens primärenergital m fl, jämfört med krav enligt BBR 29

	Byggnad	Byggnad + VP	BBR krav max	Godkänd
Klimatskärmens luftläckage [1/s m2]	0.6	0.6		
U-medel för klimatskärm [W/m2 K]	0.21	0.21	0.3	Ja
Maximalt eleffektbehov vid DVUT [W]	4926	2960	4500	Ja
Summa primärenergi [kWh/år]	27593	8869		
Byggnadens primärenergital [kWh/m2 år]	232	75	95	Ja

[Utskrift](#)

Beräkningen kan skickas som en länk i ett e-mail till den som skall kontrollera den.

[Starta mitt mailprogram för att skicka beräkningen med e-mail.](#)

Reservalternativ:

1. Markera texten, tryck sedan Ctrl + C för att kopiera texten.
2. Starta ditt mailprogram. Klistra in texten (Ctrl +V). (Tryck Enter efter texten. Då skapas en länk.)
3. Mottagaren behöver bara klicka på länken i sitt e-mail. Då startar programmet med den färdiga beräkningen.

Bilaga E

CO2 Resurs / Klimat / Konto

Projektnamn Greenline Yttervägg	Projektbenämning	Ort Halmstad	Beställare Bewi	Handläggare	Granskare
Urval				Datum 2025-04-09	Sida 1

Bygghet	Konto	Resursbenämning	S:a Mängd	Enhet	kg CO2e [.../enh]	kg CO2e [.../tot]	LCA-skede
Ej grupperade - Konto							
		Öppningsbart 2-lufts-fönster, 15x12, trä/aluminium	4,00	st	147,55	590,18	
		Karmskruv, l=70 mm	24,00	st	0,10	2,49	
		Träarbetare	12,48	tim	0,00	0,00	
8		Öppningsbart 1-lufts-fönster, 8x6, trä/aluminium	4,00	st	39,81	159,26	
8		Karmskruv, l=70 mm	34,00	st	0,10	3,53	
8		Träarbetare	7,16	tim	0,00	0,00	
8		Ytterdörr, 9x21, teak	2,00	st	64,36	128,72	
		Sidoljus till skjutdörr 3 glas, vit trä 25-21	4,00	st	337,95	1 351,79	
		Fästmaterial	48,00	st	0,00	0,00	
53		Ytterpanel, 22x95 mm	858,82	m	0,10	78,23	
53		Ytterpanel, 25x145 mm	858,82	m	0,15	119,64	
53		Fästmaterial	515,59	st	0,00	0,00	
53		Träarbetare	102,12	tim	0,00	0,00	
51		Virke, 34x70 mm, hyvlät	275,47	m	0,11	28,54	
51		Fästmaterial	574,51	st	0,00	0,00	
51		Träarbetare	79,99	tim	0,00	0,00	
51		Vindskydd, fiberduk	162,04	m2	0,00	0,00	
51		Träregel, 45x45 mm, hyvlät	550,94	m	0,10	48,71	
51		Isolering träregelskiva 37 c600, t=45 mm, Greenline	156,15	m2	0,06	9,53	
61		Isolering träregelskiva 37 c600, t=45 mm, Greenline	156,15	m2	0,06	9,53	
61		Träarbetare	35,74	tim	0,00	0,00	
31		K-virke C14 regel, 45x190 mm	469,92	m	0,31	133,86	
31		K-virke C24 regel, 45x145 mm	64,82	m	0,31	18,46	
31		Fästmaterial	147,31	st	0,00	0,00	
31		Träarbetare	40,85	tim	0,00	0,00	
31		Syllisolering, sylltätning, b=145, t=10 mm, expanderad polyeten	61,87	m	0,16	9,16	
51		Isolering träregelskiva 37 c600, t=190 mm, greenline	156,15	m2	2,01	295,94	
51		Plastfolie, t=0,2 mm	169,41	m2	1,37	201,24	
61		Gipsskiva, t=13, b=900 mm, normal	159,09	m2	2,43	358,25	
61		Gippskruv 3,5x25 mm, stål FZB	2 209,65	st	0,00	8,82	

Bidcon version 2024.1.24101

Utskrivet: 2025-04-09 16:57:40

Högskolan i Halmstad

Rapport klimatdata



Projektbenämning		Projektkod	
		Greenline LCA	
Beställare		Ort	
Skapad datum	Handläggare	Granskare	
2025-04-09			
Klimatberäknad area	Klimatkälla	Typ av byggprojekt	
Bruttoarea, BTA	136	Boverket typisk	

Projektbeskrivning

--

A1-A5 Byggskede				
A1-A3 Produktskede			A4-A5 Byggproduktionsskede	
A1 Råvaruförsörjning	A2 Transport	A3 Tillverkning	A4 Transport	A5 Bygg & installationsprocessen

Byggdelen	Beräknas	A1-A3			A5		A5.1 Spill	A5.x Energi	A1-A5	Data		Andel
		A1-A3	A4	A5	A5.1	A5.x				Generisk	EPD	
0		0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%
1		0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%
2	x	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%
3	x	0,9	0,2	0,1			0,1	0,0	1,2	1,2	0,0	0,0%
4	x	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%
5	x	4,8	0,4	0,5			0,5	0,0	5,7	5,7	0,0	0,0%
6	x	2,3	0,2	0,2			0,2	0,0	2,8	2,8	0,0	0,0%
7		0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%
8		0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%
9	x	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%
Schabloner för byggarbetsplatsen A5.1, A5.2-A5.5							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%
Ovanstående schabloner överförs inte till klimatunderlag Boverket												
Totalt kg CO2e / m2		8,0	0,9	0,8			0,8	0,0	10	9,7	0,0	0,0%

Kontroll av byggdelskod i kalkylen:

Kontrollen visar om byggdelskoder angetts i hela kalkylen (på kalkylposter och på skikt i BDT)

BD saknas! Atgärda?

Uppräkning av beräknad klimatpåverkan

Summering av A1-A3, A4 och A5.1 (byggspill)

Täckningsgrad kostnad byggprodukter (resurstyp M, MO)

Uppräkning av beräknad klimatpåverkan

Uppräkning av beräknad klimatpåverkan inkl A5.x energi

10

98,01%

10

10

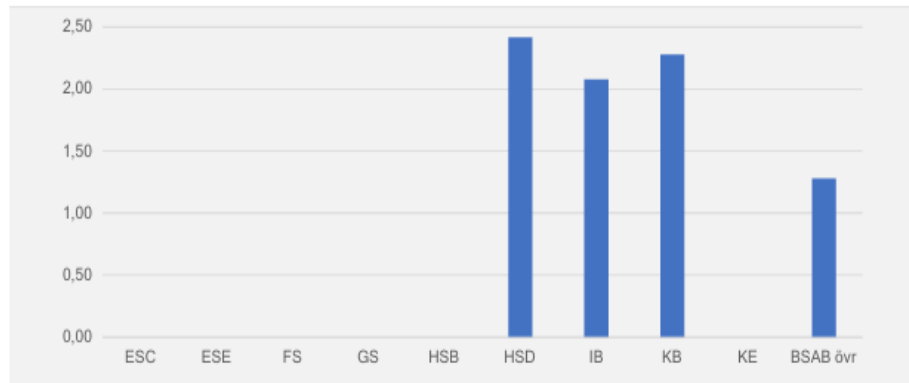
Gränsvärde CO2e

0

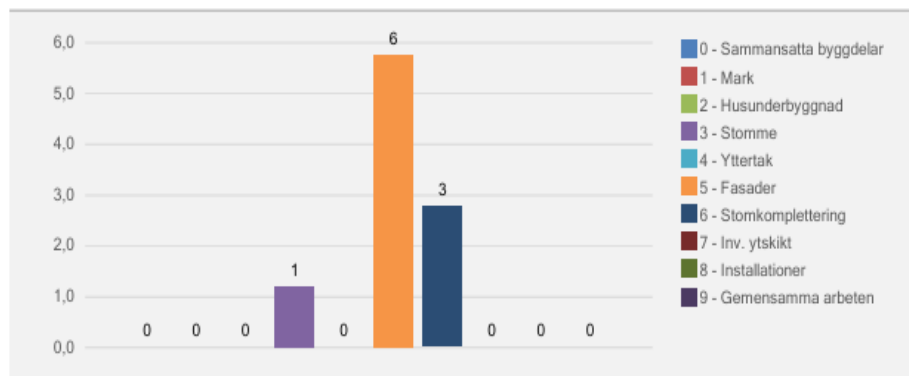
Klimatpåverkan skede A1-A3 per BSAB

	kg CO2e / m2	
ESC - ARMERING, INGJUTNINGSGODS, FOGBAND MM I HUS	0	0,0%
ESE - BETONGGJUTNINGAR I HUS	0	0,0%
FS - MURVERK I HUS	0	0,0%
GS - KONSTRUKTIONER AV MONTERINGSFÄRDIGA ELEMENT I HUS	0	0,0%
HSB - KONSTRUKTIONER AV LÅNGDFORMAROR AV METALL I HUS	0	0,0%
HSD - KONSTRUKTIONER AV LÅNGDFORMVAROR AV TRÅ I HUS	2	30,0%
IB - TERMISK ISOLERING M M I HUS (EJ PLATSBYGGT KYL-/FRYSRUM)	2	25,8%
KB - SKIKT AV CEMENT- KALCIUMSILIKAT-ELLER GIPSBASERADE SKIVOR E L	2	28,3%
KE - SKIKT AV SKIVOR AV TRÅ ELLER TRÅBASERAT MATERIAL	0	0,0%
- BSAB övriga / Saknar BSAB	1	15,9%
	8	100,0%

Klimatpåverkan skede A1-A3 per BSAB



Klimatpåverkan skede A1-A5 per huvudbyggnad



Bilaga F

Nettokalkyl Lägen/BDT innehåll

Projektkod	Projektbenämning	Ort	Beställare	Handläggare	Granskare
Greenline Yttervägg		Halmstad	Bewi		
Urval				Datum	Sida
				2025-04-16	1

BD	Benämning	S:a	Enhet	Material	Material	Tid	Tid	UE	UE	Kostnad	Kostnad
		Mängd		[./enh]	[.-tot]	[tim/anh]	[tim-tot]	[./enh]	[.-tot]	[./enh]	[.-tot]
Ej grupperade - Fysiskt läge											
Nettokalkyl -											
	Öppningsbart 2-lufts fönster av trä/aluminium 15x12	4,0	st	15 544,17	62 177	1,964	7,9	0,00	0	16 428,05	65 712
	Sidoljus till skjutdörr 3 glas, vit trä 25-21	4,0	st	49 022,00	196 088	1,155	4,6	0,00	0	49 541,93	198 168
31	Yttervägg trästomme s600 - utvändig panel	147,3	m2	1 253,00	184 580	1,756	258,7	0,00	0	2 043,30	300 998
53	Lockpanel 22x95 + 25x145	147,3	m2	208,75	30 750	0,693	102,1	0,00	0	520,70	76 705
51	Spikläkt på vägg 34x70 mm, s600	147,3	m2	28,62	4 216	0,116	17,0	0,00	0	80,61	11 875
51	Vindskydd av fiberduk på vägg	147,3	m2	22,34	3 290	0,035	5,1	0,00	0	37,93	5 588
51	Spikregel på vägg 45x45, s600	147,3	m2	23,96	3 530	0,116	17,0	0,00	0	75,96	11 189
51	Isolering träregelskiva 37 c600, t=45 mm, greenline	147,3	m2	182,32	26 858	0,046	6,8	0,00	0	203,12	29 921
31	Ytterväggsstomme 45x145 mm, s600 bärande	147,3	m2	163,26	24 050	0,277	40,8	0,00	0	288,04	42 432
51	Isolering träregelskiva 37 c600, t=190 mm, greenline	147,3	m2	352,98	51 997	0,081	11,9	0,00	0	389,38	57 359
51	Plastfolie t=0,2 på vägg	147,3	m2	14,94	2 200	0,035	5,1	0,00	0	30,54	4 498
51	Spikregel på vägg 45x45, s600	147,3	m2	23,96	3 530	0,116	17,0	0,00	0	75,96	11 189
61	Isolering träregelskiva 37 c600, t=45 mm, greenline	147,3	m2	182,32	26 858	0,046	6,8	0,00	0	203,12	29 921
61	Gipsskiva Normal t=13 b=900 på yttervägg	147,3	m2	49,56	7 301	0,196	28,9	0,00	0	137,95	20 321
8	Öppningsbart 1-lufts fönster av trä/aluminium 8x6	4,0	st	7 326,25	29 305	1,155	4,6	0,00	0	7 846,18	31 385
8	Ytterdörr av teak 9x21	2,0	st	23 707,91	47 416	1,271	2,5	0,00	0	24 279,83	48 560
Summa: Nettokalkyl -					519 565		278,3		0		644 822
Summa: Ej grupperade - Fysiskt läge					519 565		278,3		0		644 822
Totalt :					519 565		278,3		0		644 822

**Bidcon****Slutsida Produktion**

Projektbenämning		Projektkod
Beställare		Greenline Yttervägg
Bewi		Ort
Skapad datum		Halmstad
2025-04-04	Handläggare	Granskare

KOLLEKTIVLÖNER	Netto + offert (inkl. objtg)	278 tim	1.000	Objektsfaktor
	Omkostnadskalkyl	0 tim	450 kr	
	Etablering och diverse	0 tim		
	Summa arbetstid	278 tim		
SUMMA KOLLEKTIVLÖNER:			125 257 kr	

NETTOKOSTNADER	Material	519 565 kr
	Maskiner	0 kr
	Tjänstemån + justering	0 kr
SUMMA NETTOKOSTNADER:		519 565 kr

OMKOSTNADER	Omk.kalkyl inkl. just.	0 kr	
	Arbetsledning	25 051 kr	20 % på lönekostnaden
	Maskiner diverse	2 783 kr	10 kr / tim på arbetstid
	Förbrukningsmaterial	25 978 kr	5 % på material
	Transporter	kr	
	Bodar / container	kr	
	Avfallshantering	kr	
SUMMA OMKOSTNADER:		53 813 kr	

UE	UE (Nettokalkyl)	0 kr	
	Mark	kr	
	Smide	kr	
	Plåtslageri	kr	
	Målning	kr	
	Mattläggning	kr	
	Kakel / klinker	kr	
	Övrigt	kr	
	INSTALLATIONER	El	kr
		Rör	kr
Vent		kr	
Styr och regler		kr	
Kyla		kr	
Hiss		kr	
A- och K-handlingar		kr	
Installationshandlingar	kr		
Install.samordnare	kr		
SUMMA UE / KONSULT:		0 kr	

OFFERTKALKYL: 0 kr

PROJEKTKOSTNAD:	698 635 kr
Försäkringar	kr
Bankgaranti	kr

ADMIN. / VINST	Material	10 %	51 957 kr
	UE / konsult	5 %	0 kr
	Omkostnader	5 %	2 691 kr
	Kollektivlöner	5 %	6 263 kr
	Justering		kr
ENTREPRENADSUMMA EXKL MOMS:			759 545 kr
ENTREPRENADSUMMA INKL MOMS:			949 432 kr

PROJEKTDATA		NYCKELTAL	
Bruttoarea (BTA)	139	5 464 kr / m ²	2,00 tim / m ²
Bruttolovolum (BTV)	0	kr / m ²	tim / m ²
Boarea (BOA)	119	6 383 kr / m ²	2,34 tim / m ²