



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Livscykelanalys av fasadbeklädnadsmaterial och konstruktiv lösning för att minimera köldbryggor vid fönsterkarmar

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Housam Alnajar

Neekar Hasan Kamil

EXAMENSARBETE ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Byggnadsteknologi

Examinator: Bijan Adl Zarrabi

Handledare: Bijan Adl Zarrabi

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2026

Livscykelanalys av fasadbeklädnad material och konstruktiv lösning för att minimera köldbryggor vid fönsterkarmar

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Housam Alnajar

Neekar Hasan Kamil

© HOUSAM ALNAJAR/NEEKAR HASAN KAMIL 2026

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2026

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Byggnadsteknologi

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag.

Tagen från Skandinaviska Glas och Fasadsystem referensbyggnad moduler, med en redigering av oss, med tillägg av extra isolering vid fönster karmen.

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2026

Livscykelanalys av fasadbeklädnad material och konstruktiv lösning för att minimera köldbryggor vid fönsterkarmar

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

HOUSAM ALNAJAR

NEEKAR HASAN KAMIL

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Byggnadsteknologi

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Byggsektorn står för en betydande del av samhällets klimatpåverkan och energianvändning. Fasaden är en viktig del av byggnadens klimatskal och påverkar både materialrelaterade utsläpp och värmeförluster. Detta examensarbete undersöker hur tre olika fasadbeklädnadsmaterial såsom trä, dektion och aluminium samt förbättrade fönsteranslutningar kan bidra till minskad klimatpåverkan och bättre energiprestanda.

Studien utgår från en träbaserad yttervägg med aluminium som yttre fasadbeklädnad. Aluminium jämförs med träpanel och Dekton genom en livscykelanalys för modulerna A1–A4. Arbetet analyserar även köldbryggor vid fönsterkarmar och ett förbättringsförslag där 50 mm XPS-isolering placeras utvändigt runt fönsterkarmen.

Resultaten visar att aluminium har högst klimatpåverkan, medan träpanel har lägst. Dekton ger lägre klimatpåverkan än aluminium men högre än träpanel. Den föreslagna isoleringslösningen minskar fasadpartiets U-värde från 0,53 till 0,50 W/m²K och värm tappet från 4,92 till 4,63 W/K. Detta motsvarar en förbättring på cirka 5,9 %.

Sammanfattningsvis visar studien att både materialval och konstruktiva detaljlösningar påverkar fasadens klimat- och energiprestanda. Träpanel framstår som det mest klimatfördelaktiga alternativet, medan förbättrad isolering kring fönsterkarmar kan minska värmeförluster och köldbryggor samt koldioxidutsläpp.

Nyckelord: livscykelanalys, fasadbeklädnad, klimatpåverkan, köldbryggor, U-värde, aluminium, träpanel, Dekton.

Life cycle assessment of facade cladding systems and construction solutions for minimizing thermal bridges at window frame junctions

Degree Project in the Engineering Programme

Business Development and Entrepreneurship

Housam Alnajjar

Neekar Hasan Kamil Kamil

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Building technology.

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The construction sector accounts for a significant part of society's climate impact and energy use. The facade is an important part of the building envelope and affects both material-related emissions and heat losses. This degree project investigates how different facade cladding materials and improved window frame junctions can contribute to reduced climate impact and better energy performance.

The study is based on a timber-based external wall with aluminium as the outer facade cladding. Aluminium is compared with timber cladding and Dekton through a life cycle assessment for modules A1–A4. The project also analyses thermal bridges at window frames and a proposed improvement where 50 mm XPS insulation is placed externally around the window frame.

The results show that aluminium has the highest climate impact, while timber cladding has the lowest. Dekton has a lower climate impact than aluminium but higher than timber cladding. The proposed insulation solution reduces the U-value of the facade section from 0.533 to 0.501 W/m²K and the heat loss from 4.92 to 4.63 W/K. This corresponds to an improvement of approximately 5.9%.

In conclusion, the study shows that both material choice and constructive detailing affect the climate and energy performance of the facade. Timber cladding appears to be the most climate efficient alternative, while improved insulation around window frames can reduce heat losses and thermal bridges.

Key words: life cycle assessment, facade cladding, climate impact, thermal bridges, U-value, aluminium, Dekton.

Innehåll

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	2
1.2	Syfte	3
1.3	Mål	3
1.4	Metod	3
1.5	Avgränsningar	4
2	REFERENSRAMAR TILL LCA OCH ENERGIBERÄKNINGAR	5
2.1	A1-A4 produktskede och transport	6
2.2	Global warming potential	7
2.3	Miljövarudeklaration (EPD)	7
2.4	U-värde och värmetransmission	8
2.5	Köldbryggor	9
3	FASADSBEKLÄDNADSMATERIAL	10
3.1	Träpanel	10
3.2	Dektonfasad	10
3.3	Aluminiumfasader	11
4	CO ₂ EKVIVALENT BERÄKNING FÖR UTVALDA MATERIAL	12
4.1	Klimatberäkning	12
4.2	Beräkning av transportskedet A4	12
4.3	Jämförelse av fasadbeklädnad	13
4.4	Beräkning av CO₂ besparing efter tilläggsisolering	13
5	EXISTERANDE ENERGIBERÄKNING AV BEFINTLIG FASAD OCH FÖNSTERANSLUTNING	14
5.1	Identifiering av köldbryggor av referensbyggnaden	16
5.2	Förslag till förbättrad lösning för köldbryggor	17
5.3	Tillämpning av förbättringsförslaget	20
5.4	Köldbryggor beräkningar efter tillämpad lösning	21
6	RESULTAT	23
6.1	Klimatpåverkan A1–A4 (per material)	23
6.2	Klimatpåverkan för hela fasadsystemet	24

6.3	Klimatpåverkan vid minskning av köldbryggorna	25
7	DISKUSSION	26
8	SLUTSATS	28
9	REFERENSER	30
10	BILAGOR	33

Förord

Detta examensarbete utgör den avslutande delen av vår högskoleingenjörsutbildning inom samhällsbyggnadsteknik vid Chalmers tekniska högskola. Arbetet har genomförts under vårterminen 2026 vid avdelningen för Byggnadsteknologi.

Vi vill rikta ett stort tack till vår examinator Bijan Adl Zarrabi, genom hans engagemang och kunskap har vi fått möjlighet att fördjupa oss inom ett både aktuellt och lärorikt ämnesområde.

Vi vill även rikta ett särskilt och varmt tack till Skandinaviska Glas och Fasadsystem, framför allt till Shaho Balbas för möjligheten att genomföra detta examensarbete i samarbete med företaget. Hans engagemang, tillgänglighet och gedigna kunskap inom området har varit mycket värdefulla under arbetets gång.

Genom det stöd, den vägledning och de praktiska insikter som vi har fått ta del av har samarbetet bidragit till en ökad förståelse för ämnets verkliga tillämpningar inom branschen samt varit en betydande faktor för studiens genomförande.

Göteborg maj 2026

Housam Alnajar
Neekar Hasan Kamil

Beteckningar

LCA: Livscykelanalys (Life Cycle Assessment)

EPD: Miljövarudeklaration (Environmental Product Declaration)

PCR: Produktkategoriregler för miljövarudeklarationer (Product Category Rules)

R-värde: Visar hur bra ett material står emot värmeförlust med enhet $m^2 \times \frac{K}{W}$

U-värde: Visar hur mycket värme som går genom en byggnadsdel med enhet $\frac{W}{m^2 \times K}$

λ -värde: Värmeledningsförmåga som visar hur bra ett material leder värme med enhet $\frac{W}{m \times K}$

Ψ -värde: Linjär värmegenomgångskoefficient med enhet $\frac{W}{m \times K}$

1 Inledning

Bygg- och anläggningssektorn har en viktig roll i arbetet för ett mer hållbart samhälle eftersom sektorn står för en stor del av utsläppen av växthusgaser. Utsläppen uppstår både under byggskedet, vid tillverkning av byggmaterial och under byggnadens användning (Boverket, 2018). För att minska klimatpåverkan är det därför viktigt att kunna undersöka och jämföra utsläpp från olika delar av byggprocessen.

En vanlig metod som används för detta är livscykelanalys (LCA). Där en byggnads miljöpåverkan kan med hjälp av LCA analyseras från råvaruutvinning och materialtillverkning till färdig byggnad och vidare under byggnadens livslängd.

Sedan år 2022 finns det krav i Sverige på klimatdeklaration för nya byggnader.

Klimatdeklarationen omfattar byggskedet, det vill säga modulerna A1–A5, där bland annat råvaruutvinning, materialtillverkning, transporter och byggproduktion ingår som visas i figur 1. Genom att analysera dessa delar går det att jämföra hur olika materialval påverkar klimatet (Boverket, 2024a).

Bakgrunden till dessa krav är de klimatförändringar som sker globalt till följd av ökade utsläpp av växthusgaser. En stor del av utsläppen kommer från användning av fossila bränslen som olja, kol och naturgas. Den naturliga växthuseffekten är viktig för livet på jorden, men när mängden växthusgaser ökar förstärks effekten och jordens temperatur stiger (IPCC, 2023).

Fasaden är en viktig del av byggnadens klimatskal och påverkar både energianvändning och klimatpåverkan. Valet av fasadmateriäl har stor betydelse eftersom olika material orsakar olika stora utsläpp vid tillverkning. Samtidigt behöver byggnader ha god värmeisolering för att minska värmeförluster och energianvändning. En klimatskärm med lågt U-värde och begränsat antal köldbryggor bidrar till bättre energianvändning.

Köldbryggor uppstår ofta vid anslutningar, exempelvis runt fönster och dörrar, där värme lättare kan ledas ut. I många byggnader placeras fönster i mitten av väggens tjocklek, vilket kan öka värmeförlusterna om isoleringen runt fönstret inte är tillräcklig (Hagentoft & Sandin, 2016).

1.1 Bakgrund

I moderna höga byggnader med stora glasfasader används aluminium ofta som en del av fasadsystemet. Aluminium är ett lätt, formbart och korrosionsbeständigt material, vilket gör det lämpligt för fasader med höga krav på hållbarhet och utformning. Samtidigt är tillverkningen av aluminium energikrävande, vilket kan leda till en hög klimatpåverkan i produktionskedet. Det finns därför ett behov av att undersöka om alternativa fasadmaterial kan bidra till lägre klimatpåverkan utan att fasadens funktion försämras.

Bakgrunden till detta examensarbete är en referensbyggnad från Skandinaviska Glas och Fasadsystem. Företaget arbetar med glas- och fasadsystem, vilket gör byggnadens fasadlösning relevant att studera ur både klimat- och energiperspektiv. Den aktuella referensfasaden består av en träbaserad yttervägg med aluminium som yttre fasadbeklädnad samt fönsteranslutningar där köldbryggor kan uppstå. Eftersom fasaden är en viktig del av byggnadens klimatskal påverkar den både byggnadens värmeförluster och dess totala klimatpåverkan.

Arbetet utgår från en referensbyggnad för att undersöka hur fasaden kan förbättras. Fokus ligger dels på att jämföra aluminium med alternativa fasadbeklädnadsmaterial, såsom träpanel och Dekton, dels på att undersöka hur köldbryggor vid fönsterkarmar kan minskas genom en förbättrad konstruktiv lösning

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att analysera och utvärdera hur förändringar i en ytterväggskonstruktion som består av en träregelvägg med aluminiumplåt som fasadbeklädnad kan bidra till att minska klimatpåverkan och förbättra energiprestanda.

1.3 Mål

Målet med arbetet är att jämföra den befintliga konstruktionen med en föreslagen förbättrad lösning, med fokus på koldioxidutsläpp i livscykelkedena A1–A4.

Vidare är målet också att undersöka hur tilläggsisolering kring fönsterkarmar kan minska värmeförluster och köldbryggor. Slutligen ska arbetet ge en bedömning av om de föreslagna åtgärderna totalt sett leder till en mer klimat- och energieffektiv fasadlösning.

Detta innebär att arbetet undersöker hur ett byte från aluminiumplåt till en träbaserad ytterpanel och dekon, tillsammans med utvändigt isolering kring fönsterkarmar, påverkar både byggnadens klimatavtryck och dess värmetekniska egenskaper

1.4 Metod

Studien genomförs med två olika metoder. Den ena metoden består av insamling och granskning av litteratur, EPD:er, tekniska dokument och ritningar för att definiera relevanta materialdata och beräkningsförutsättningar.

Den andra delen består av jämförande beräkningar. Klimatpåverkan beräknas för livscykelkedena A1–A4 genom att materialmängder multipliceras med klimatdata från EPD:er. För transportskedet A4 används en analytisk beräkningsmetod där materialvikt, transportavstånd och emissionsfaktor multipliceras.

Fasadens energiprestanda analyseras också med analytiska beräkningar. U-värde, värmeförlust och förändring i värmeförlust beräknas före och efter den föreslagna tilläggsisoleringen runt

fönsterkarmen. Resultaten jämförs sedan för att bedöma skillnaden mellan befintlig lösning och förbättrad lösning.

1.5 Avgränsningar

Arbetet är avgränsat till en specifik referensbyggnad och en utvald fasadmodul.

Klimatberäkningarna omfattar endast livscykelkedena A1–A4, vilket innebär att råvaruutvinning, materialtillverkning och transporter inkluderas.

Bruksskedet, underhåll, rivning och återvinning ingår däremot inte i studien.

Analysen fokuserar främst på värmetransmission, det vill säga U-värde och köldbryggor och koldioxidutsläpp. Andra aspekter som lufttäthet, fuktsäkerhet, ljudisolering och brandsäkerhet behandlas endast översiktligt eller inte alls.

Någon detaljerad ekonomisk analys görs inte, och beräkningarna baseras på tillgängliga ritningar, klimatdata samt vissa antaganden där exakt produktdata saknas. Studien är teoretisk och innehåller inga praktiska tester eller experiment.

2 Referensramar till LCA och energiberäkningar

Livscykelanalys (LCA) är en metod som används för att ta reda på hur en produkt eller byggnad påverkar miljön under hela sin livstid. Det innebär att man tittar på alla steg, från råvaror och tillverkning till användning och hur materialet tas om hand som avfall (Boverket, 2024 b). Syftet med LCA är att se var den största miljöpåverkan sker så att man kan fatta mer hållbara beslut.

LCA är en metod som används i många länder och den styrs av internationella standarder som ISO 14040 och ISO 14044 och dessa beskriver hur en LCA ska göras. En LCA delas in i fyra steg: mål och omfattning, inventering av data, bedömning av miljöpåverkan och tolkning av resultat.

För byggnader finns också standarden EN 15978, som används för att beräkna miljöpåverkan. Den delar upp byggnadens livscykel i olika delar så att resultaten blir tydliga och jämförbara. Livscykeln delas in i byggskede (A), användningsskede (B), slutskede (C) och en sista del (D) som visar möjliga fördelar och belastningar utanför systemgränsen. Figur 1 visar dessa delar och vad som ingår i varje steg (Boverket, 2024 b).

I Sverige används LCA som grund för klimatdeklarationer av nya byggnader.

Enligt lagen SFS 2021:787 ska klimatpåverkan från byggskedet redovisas. Det gäller modulerna A1–A5 enligt EN 15978. Dessa inkluderar råvaror, tillverkning av material, transporter och själva byggprocessen.

Livscykelinformation byggnad				Tilläggsinformation
A1–A5 Byggskede		B1–B7 Användningsskede	C1–C4 Slutskede	D Fördelar och belastningar utanför systemgränsen
A1–A3 Produktskede	A4–A5 Bygg- produktionsskede			
A1 Råvaru- försörjning	A4 Transport	B1 Användning	C1 Demontering, rivning	
		B2 Underhåll		
A2 Transport	A5 Bygg- och installations- processen	B3 Reparation	C2 Transport	
A3 Tillverkning		B4 Utbyte	C3 Restprodukt- behandling	
		B5 Ombyggnad		
	B6 Driftsenergi	C4 Bortskaffning		
	B7 Driftens vattenanvändning			

Figur 1. Livscykelanalysens (LCA) skeden och moduler (Boverket.2024b).

Genom att använda LCA tidigt i ett projekt kan man jämföra olika material och lösningar ur ett klimatperspektiv och på så sätt kan man välja bättre alternativ och minska byggnaders klimatpåverkan.

2.1 A1-A4 produktskede och transport

Modulerna A1–A3 benämns produktskedet och omfattar tillverkningen av byggprodukterna. A1 avser råvaruutvinning, exempelvis brytning av lera till tegel eller avverkning av skog till träprodukter.

A2 omfattar transporter av råvaror till tillverkningsanläggningen.

A3 avser själva tillverkningsprocessen, där råvarorna bearbetas till färdiga byggprodukter. Produkt skedet står ofta för en stor del av klimatpåverkan, särskilt för material som kräver energiintensiv produktion, såsom aluminium och tegel (Boverket, 2024 b).

Modul A4 omfattar transport av färdiga byggprodukter från tillverkningsplatsen till byggarbetsplatsen. Klimatpåverkan i denna modul beror på transportavstånd, transportslag och bränsletyp. Långa transportsträckor eller transporter med tunga fordon kan bidra till ökade utsläpp av växthusgaser (Boverket, 2024 b).

2.2 Global warming potential

GWP (Global Warming Potential) används för att beskriva hur stor påverkan olika växthusgaser har på den globala uppvärmningen. Måttet gör det möjligt att jämföra olika växthusgaser med koldioxid, som används som referens och därför har värdet 1 (Naturvårdsverket, 2023).

Klimatpåverkan anges vanligtvis som koldioxidekvivalenter (CO₂e), vilket innebär att olika växthusgaser räknas om till en gemensam enhet beroende på deras påverkan på klimatet. Exempelvis har metan högre klimatpåverkan än koldioxid och motsvarar därför en större mängd CO₂e (Naturvårdsverket, 2023).

Vid klimatberäkningar för byggnader används ofta ett tidsperspektiv på 100 år, vilket benämns GWP100 enligt SS-EN 15978:2011. Resultaten redovisas vanligtvis i kilogram koldioxidekvivalenter (kg CO₂e), vilket även används i miljövarudeklarationer (EPD:er) för byggprodukter.

I denna studie används GWP för att jämföra klimatpåverkan från olika fasadmaterial i livscykelkedena A1–A4. Underlaget till beräkningarna baseras på EPD:er enligt EN 15804.

2.3 Miljövarudeklaration (EPD)

En miljövarudeklaration förkortat EPD (Environmental Product Declaration) är ett dokument som visar hur en produkt påverkar miljön under hela sin livscykel. Syftet är att ge tydlig och jämförbar information om hur miljövänlig en produkt är och inom byggsektorn används EPD:er ofta som underlag vid klimatberäkningar och klimatdeklarationer (Boverket, 2024c). En EPD innehåller information om produktens klimatpåverkan i olika livscykelmoduler enligt standarden EN 15804. Resultaten anges oftast i kilogram koldioxidekvivalenter (kg CO₂e) per enhet, till exempel per kilo, kvadratmeter eller kubikmeter och det gör det lättare att jämföra olika byggmaterial (SS-EN 15804:2012+A2:2019).

EPD:er kontrolleras av en oberoende part och följer gemensamma regler så kallade Product Category Rules (PCR). Reglerna gör att produkter i samma kategori beräknas och redovisas på ett jämförbart sätt (International EPD System, 2025).

I den här studien används EPD:er som underlag för att beräkna klimatpåverkan i modulerna A1–A4. När data finns används värden direkt från EPD:er och det gör att jämförelsen blir tydlig och strukturerad. För aluminium saknas värde för transportskedet (A4) i EPD:er därför har A4 för aluminium beräknats separat med hjälp av en emissionsfaktor och ett antaget transportavstånd. Detta innebär att resultaten för aluminium delvis bygger på egna beräkningar, vilket kan ge en viss osäkerhet i jämförelsen.

2.4 U-värde och värmetransmission

Värmetransport genom byggnaders klimatskal är viktig för byggnadens energianvändning.

Värme kan överföras på tre sätt: värmeledning, konvektion och strålning. I

byggnadskonstruktioner är det oftast värmeledning genom material som står för den största delen av värmetransporten när värme transporteras genom ytterväggar.

U-värdet beror på konstruktionens totala värmemotstånd och för varje materialskikt beräknas värmemotståndet genom att dividera tjockleken med materialets värmekonduktivitet enligt:

$$R = d / \lambda \quad (1)$$

Det totala värmemotståndet för konstruktionen beräknas genom att summera

värmemotstånden för samtliga materialskikt samt lägga till värmeövergångsmotstånd på konstruktionens in och utsida och U-värdet kan därefter beräknas som:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \left(\frac{d}{\lambda} \right) + R_{se}} \quad (2)$$

U = värmegenomgångskoefficient (W/m²K)

R_{si} = invändigt värmeövergångsmotstånd

R_{se} = utvändigt värmeövergångsmotstånd

Ett lågt U-värde innebär att konstruktionen har god värmeisolerande förmåga och därmed lägre värmeförluster.

För att erhålla ett mer praktiskt U-värde behöver även påverkan från köldbryggor inkluderas i beräkningen. Det praktiska U-värdet kan därför uttryckas som:

$$U_p = U + \Delta U_k \quad (3)$$

Där:

U_p = praktiskt U-värde

U = beräknat U-värde för konstruktionen

ΔU_k = tillägg för köldbryggors påverkan som kan även beräknas som $\Delta U_k = \psi \times L$ (4)

2.5 Köldbryggor

Köldbryggor uppstår där värme läcker ut mer jämfört med resterande delar av byggnaden.

Det kan bero på förändringar i byggnadens form, olika material med olika värmeledningsförmåga eller att isoleringen inte är tillräckligt bra. Vanliga exempel är anslutningar mellan yttervägg och bjälklag, balkonginfästningar samt områden runt fönster och dörrar.

När en köldbrygga uppstår ökar värmeöverföringen genom konstruktionen jämfört med en välisolerad vägg. Detta leder till större värmeförluster och därmed högre energianvändning i byggnaden. Köldbryggor kan även orsaka lägre invändiga yttemperaturer, vilket ökar risken för kondens, fuktskador och mögelbildning. (Hagentoft & Sandin, 2016).

Värmeförluster från köldbryggor beskrivs med det så kallade Ψ -värdet (psi-värde) med enhet W/mK. Den visar hur mycket extra värme som passerar genom en köldbrygga per meter jämfört med en vanlig vägg. Köldbryggor kan beräknas med två eller tredimensionella modeller enligt standarden EN ISO 10211 (ISO, 2017).

3 Fasadsbeklädnadsmaterial

Fasadbeklädnadsmaterial har stor betydelse för byggnaders klimatpåverkan. Valet av fasadbeklädnad påverkar inte bara byggnadens utseende utan även dess hållbarhet och underhållsbehov och värmetekniska. Dessutom kan materialvalet påverka byggnadens klimatavtryck eftersom produktion och transport av byggmaterial bidrar till utsläpp av växthusgaser (Boverket, 2015).

3.1 Träpanel

Träpanel är ett vanligt material för fasadbeklädnad i Sverige och används ofta i småhus samt i vissa flerbostadshus med trästomme. Panelen består vanligtvis av träbrädor av gran eller furu som monteras på en bakomliggande regelkonstruktion.

Trä är ett förnybart material och har generellt en relativt låg klimatpåverkan i produktionsskedet jämfört med många andra fasadmateriell. Samtidigt krävs träbaserade fasadbeklädnader regelbundet underhåll exempelvis målning eller ytbehandling för att uppnå lång teknisk livslängd (Boverket, 2015).

I denna studie används träpanelen ThermoWood BT V-fast Pigment från Moelven som fasadbeklädnad. Panelen är tillverkad av värmebehandlad furu, vilket ger bättre hållbarhet och stabilitet. Dessutom är den behandlad med brandskydd och färgämne för att uppfylla krav på fasadmateriell (Moelven, 2026).

Den deklarerade enheten i EPD:er är 1 m² fasadpanel, vilket innebär att klimatpåverkan kan kopplas direkt till fasadensbeklädnad area. Panelen är cirka 21 mm tjock och har en densitet på ungefär 465 kg/m³. Produkten är avsedd för utomhusbruk och har en beräknad livslängd på cirka 50 år (Moelven, 2026).

3.2 Dektonfasad

Dekton är ett industriellt tillverkat material som används som fasadbeklädnad i moderna byggnader. Materialet utvecklas av Cosentino och består av råmaterial som glas, porslin och

kvarts. Dessa pressas ihop och värms upp under högt tryck och hög temperatur, vilket gör materialet mycket kompakt och med låg porositet (Cosentino, u.å.a).

Dekton används ofta i ventilerade fasader där skivorna monteras på en bakomliggande konstruktion. Enligt tekniska dokument från Cosentino Produktguide har hög motståndskraft mot UV-strålning, temperaturförändringar och fukt. Det gör att det håller länge och kräver lite underhåll (Cosentino, u.å.b).

Samtidigt visar data från International EPD System att tillverkningen av Dekton är energikrävande, vilket kan ge en relativt hög klimatpåverkan i produktionsskedet. Detta gör att materialet är relevant att analysera i en livscykelanalys. Studien är dock begränsad till modulerna A1–A4, vilket innebär att endast klimatpåverkan från tillverkning och transporter ingår. Vi har tagit 4mm tjock och densitet 2500 kg/m³.

3.3 Aluminiumfasader

Aluminium används ofta i moderna fasadsystem, särskilt i kommersiella byggnader och stora flerbostadshus. Materialet förekommer till exempel som aluminiumplåt eller aluminiumkompositpaneler som monteras på en bakomliggande konstruktion. Aluminium används även i fasader med stora glaspartier och metallprofiler.

En viktig egenskap hos aluminium är dess låga vikt i förhållande till hållfastheten. Materialet har också god korrosionsbeständighet och kan formas till olika profiler och paneler (European Aluminium, 2018).

Detta gör aluminium till ett flexibelt material i fasader, men tillverkningen kräver mycket energi jämfört med många andra byggmaterial. Det innebär att materialet kan ha en hög klimatpåverkan i produktionsskedet. Vid analyser av byggnaders klimatpåverkan är det därför viktigt att ta hänsyn till tillverkningsprocessen och energianvändningen (Dyvik et al., 2019).

4 CO₂ ekvivalent beräkning för utvalda material

Detta kapitel beskriver beräkningsmetoder och antaganden som används i studien. Fokus ligger på klimatpåverkan, transportutsläpp och energibesparing. Beräkningarna baseras på EPD:er, materialmängder samt emissionsfaktorer.

4.1 Klimatberäkning

I denna studie har klimatpåverkan beräknats för livscykelkedena A1–A4, vilka omfattar råvaruutvinning, tillverkning av material samt transporter till byggarbetsplatsen.

Beräkningarna baseras på data från miljövarudeklarationer (EPD:er). För material där data för transportskedet (A4) saknas, såsom aluminium har klimatpåverkan beräknats med hjälp av materialmängd, transportavstånd och en emissionsfaktor. Klimatdata har omräknats till total klimatpåverkan (kg CO₂e/element) baserat på materialmängd och beklädnadsarea för att möjliggöra jämförelse mellan material med olika enheter.

Spillfaktorer har inkluderats i beräkningarna, där 10 % spill har antagits för aluminium och Dekton, medan träpanelen antas ha 0 % spill, eftersom klimatdata anges per m² och det betyder att siffrorna redan gäller för färdig monterad yta enligt EPD. För träbaserade material används klimatdata utan biogen koldioxid för att möjliggöra jämförbarhet med övriga material.

4.2 Beräkning av transportskedet A4

Transportpåverkan (A4) har beräknats enligt EPD och EN 15804 (CEN, 2019) för transportskedet (A4) som beskrivs transporten med avstånd (km) och utsläpp per ton·km därför har transportpåverkan beräknats genom att multiplicera materialmängd, transportavstånd och emissionsfaktor.

$$A4 = m \times d \times EF \quad (5)$$

Där m är materialmängden i ton, d är transportavståndet i kilometer och EF emissionsfaktorn i kg CO₂e per ton·km.

För aluminium användes en materialmängd på 22,75 kg från referensbyggnaden, vilket motsvarar 0,02275 ton, med hänsyn till spill (10 %) användes en justerad materialmängd i beräkningarna. Transportavståndet sattes till 1700 km och antas representera en lång

transport inom Europa. Emissionsfaktorn sattes till 0,05 kg CO_{2e} per ton·km och baseras på schablonvärden för tung lastbilstransport från Trafikverket (Trafikverket u.å).

4.3 Jämförelse av fasadbeklädnad

Studien utgår från en referensfasad med aluminium som yttre beklädnad och för att analysera alternativa lösningar har aluminium ersatts med träpanel respektive Dekton.

Endast fasadbeklädnaden har bytts, medan övriga delar av väggens uppbyggnad har behållits oförändrade detta möjliggör en direkt jämförelse av hur materialvalet påverkar klimatpåverkan.

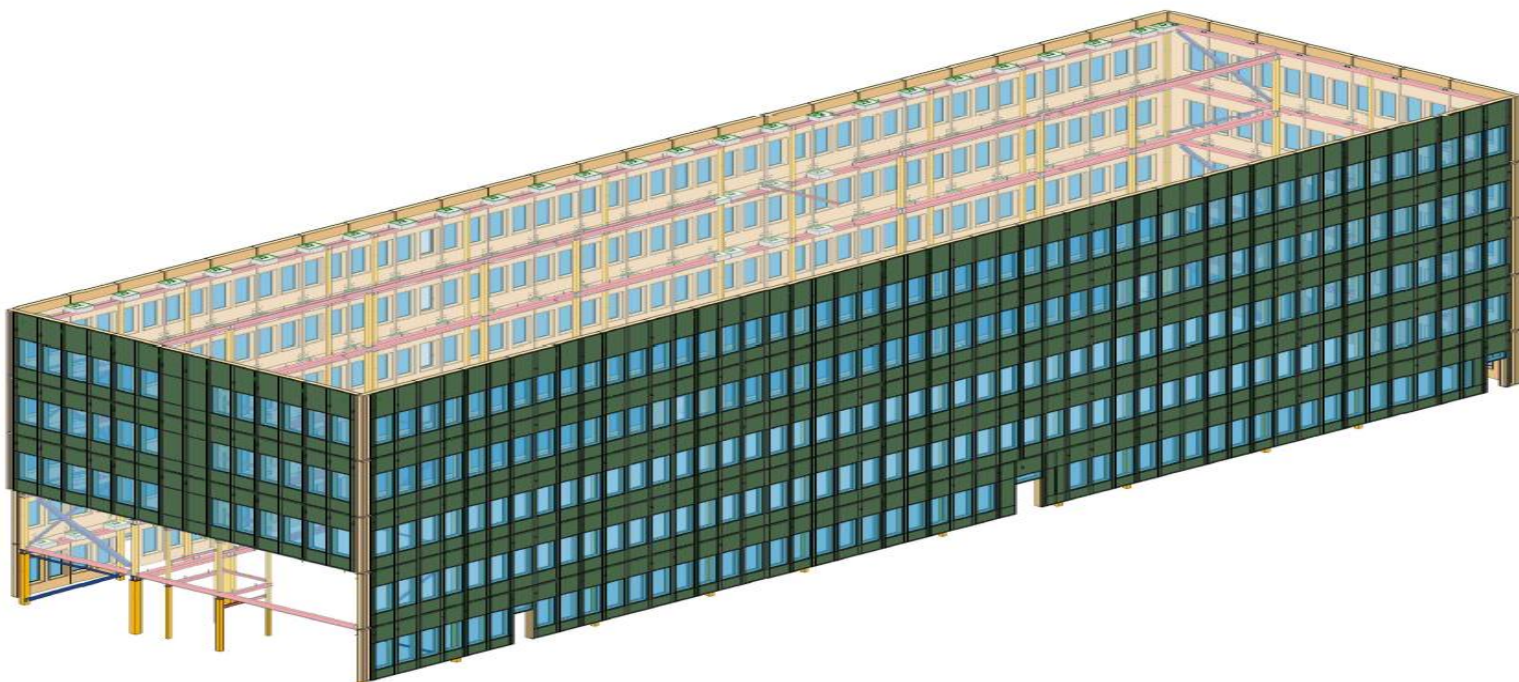
4.4 Beräkning av CO₂ besparing efter tilläggsisolering

För beräkning av Energi besparing efter tilläggsisolering har vi använt oss av följande formler:

$E_{besparing} = \frac{\Delta h \times Ch}{1000}$ (6) Formeln är tagen från **The Open University (u.å)**, där Δh står för skillnaden i värmelapp innan vi överisolerade karmarna hade vi en värmelapp på ca 4,936 W/K, efter tilläggsisolering fick vi en värmelapp på 4,625 W/K, vilket betyder att $\Delta h = 4,936 - 4,625 \rightarrow$ ca 0,3 W/K. Samt $Ch \times 365$ står för gradtimmar som är beräknad enligt följande, ($\Delta t_{balans} - \Delta t_{medel}$)*365 Där Δt_{balans} värdet är hämtat från **SMHI (2022)** och Δt_{medel} för Jönköping är hämtat från **Climate Data (u.å)**. $E_{besparing} = \frac{0,3 \times 3650}{1000} = 1,1$ kWh/år. Enligt **Naturvårdsverket (2026)** ”värden för att beräkna utsläppsminskning är el utsläppsfaktorn” 59g CO_{2e}/kWh. $1,1 \times 0,059 \times 100 = 6,5$ KgCO₂ där “100” står för år.

5 Existerande energiberäkning av befintlig fasad och fönsteranslutning

Detta avsnitt redovisar den befintliga fasadkonstruktionen samt analyserar fönsteranslutningens utformning ur värmetekniska synpunkt. Syftet är att identifiera



Figur 2. En 3D skiss av hur byggnaden kommer att se ut.

potentiella köldbryggor som underlag för jämförelse med en förbättrad lösning.

Byggnaden utgörs av en flervånings kontorsbyggnad med repetitiv fasadstruktur och hög andel fönster. Fasadens bärande system består av KL-skivor och limträstomme med utanpåliggande isolerskikt och aluminiumplåt som yttre beklädnad som visas i figur 3.

Ytterväggen är uppbyggd enligt följande (inifrån och ut)

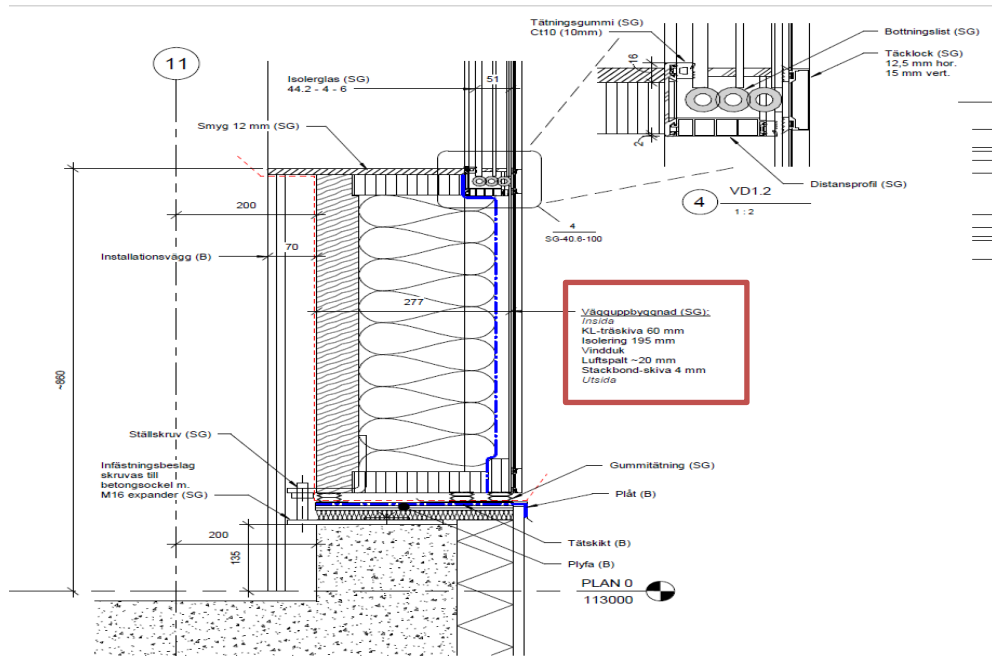
KL-träskiva 60 mm

Isolering 195 mm

Vindduk

Luftspalt 20 mm

Stackbond-skiva 4 mm



Figur 3 En skiss av fasadens uppbyggnad.

I den befintliga byggnaden är fönster ramen placerade ungefär i mitten av väggens tjocklek. Det betyder att fönsterkarmen hamnar i nivå med den bärande delen av väggen och att isolerskiktet bryts vid anslutningen runt fönstret.

När isoleringen bryts på detta sätt uppstår en köldbrygga i anslutningen mellan vägg och fönster. Värme kan då lättare ledas ut genom karm och stomme jämfört med genom den isolerade delen av väggen. Denna extra värmeförlust beskrivs med den linjära värmegenomgångskoefficienten, Ψ -värdet.

I studien i Cappelletti et al. (2011) visar att fönstrets placering i förhållande till isoleringen har en tydlig påverkan på byggnadens värmeprestanda. De skriver att "Fönstrets placering och utformningen av isoleringen runt fönsteröppningen har en betydande påverkan på fönstrets totala värmetekniska prestanda." Det innebär att hur och var fönstret monteras påverkar hur stora värmeförluster som uppstår i anslutningen.

5.1 Identifiering av köldbryggor av referensbyggnaden

De utförda beräkningarna för den befintliga fasaden visar att profiler och karmar står för cirka 49,7% av värmeförlusten genom fönsterpartiet.

Tabell 1. Visar andel köldbryggor samt värmelapp från referensbyggnaden.

SG-Fasad							
Profiler/Köldbrygga							
profil	typ	lpm	bredd (m)	yta (m2)	Utj (W/m2K)	U (W/K)	andel av total köldbrygga
1	Vert Moduldelning (med glas)	1,88	0,05	0,09	4,21	0,39574	8,0%
2	mellan glas	3,76	0,05	0,19	2,55	0,4794	9,7%
3	Vert Moduldelning (utan glas)	1,88	0,05	0,09	4,01	0,37694	7,7%
4	Kring modul	8,74	0,04	0,35	1,2	0,41952	8,5%
5	Inbyggda reglar	5,7	0,04	0,23	0,352	0,080256	1,6%
6	Sida glas	1,88	0,05	0,09	3,08	0,28952	5,9%
7	ovan under glas	4	0,05	0,20	2,04	0,408	8,3%
Summa				1,25		2,449376	49,7%
Fyllningar							
Fält	typ	b (m)	h (m)	yta (m2)	Ufyll (W/m2K)	U (W/K)	andel av total köldbrygga
F1	3-glas SGS			3,55	0,5	1,776	36,0%
F2	Tätt fält			4,44	0,158	0,701583	14,2%
Summa				7,99		2,477583	50,3%
				Summa yta fält och profil	9,24		
Värmelapp profiler		49,7%					
Värmelapp totalt		4,926959					
U-värde Ucw		0,533221					

I den Tabellen kan man se att hälften av värmelappen sker via profilerna och inte genom glaset. Det totala beräknade U-värdet för fönsterkonstruktionen (Ucw) uppgår till 0,533 W/m²K, Tätt fältets U-värde uppgår till 0,158 W/m²K. Samt den totala värmelappen är 4,93 W/K

Detta visar att den största värmeförlusten inte sker genom glaset utan genom anslutningarna och karmarna. Köldbryggan i fönsteranslutningen har därför stor påverkan på fasaden totala energiprestanda.

5.2 Förslag till förbättrad lösning för köldbryggor

I den befintliga konstruktionen är fönsteröppningen placerat ungefär i mitten av väggens tjocklek men själva glaset är placerat närmare ytterväggen. Detta innebär att isoleringsskiktet bryts vid fönsteranslutningen och att isoleringen inte omsluter hela fönsterkarmen. När isoleringen bryts på detta sätt uppstår en köldbrygga runt fönstret. Det gör att värme lättare kan ledas ut genom karm och stomme jämfört med genom den isolerade delen av väggen.

För att minska denna värmeförlust föreslås att fönsterkarmen utvändigt täcks av isolering, det vill säga isoleringen täcker karmens utsida. Genom att låta isoleringen överlappa karmen skapas en mer kontinuerlig isolerings zon runt fönstrets anslutning, vilket minskar köldbryggan. Detta leder till ett reducerat värmefflöde genom fönstret samt en högre inners temperatur. Isoleringen som vi kommer att använda är Cellplast XPS (extruderad polystyren) med tjocklek på

$$d= 50\text{mm och } \lambda = 0,035 \frac{W}{mK}.$$

XPS har valts eftersom materialet enligt Husexperter (2026) har högre täthet än EPS tack vare sin slutna cellstruktur som ger en λ på ca $0,035 \frac{W}{mK}$ och gör XPS mer motståndskraftigt mot fukt samt mer brandsäkert.

Fönstrets energiprestanda påverkas inte enbart av glasets och karmens värmeisolerande egenskaper utan även av hur fönstret installeras i väggkonstruktionen. När fönstret monteras uppstår ofta köldbryggor i anslutningen mellan fönsterkarm och vägg, vilket kan öka värmeförlusten genom byggnadens klimatskal. En köldbrygga uppstår när värme kan ledas genom material med högre värmeledningsförmåga eller när isoleringen bryts i konstruktionen. Därför kan installationen av fönstret ha en betydande inverkan på byggnadens totala energiprestanda Cappelletti et al (2011).

I studien av Cappelletti et al. (2011) analyseras hur olika installationslösningar påverkar värmeförlusten i anslutningen mellan fönster och vägg i konstruktioner av lättklinkerblock med isolering. Det används tvådimensionella numeriska simuleringar enligt standarden EN

ISO 10211 för att beräkna värmeflödet och den linjära värmegenomgångskoefficienten (Ψ -värdet), vilket är ett mått på värmeförlusten i en köldbrygga.

Genom att modellera olika placeringar av fönsterkarmen i väggöppningen samt olika isoleringslösningar runt karm, smyg och fönsterbänk kan studien jämföra hur dessa faktorer påverkar värmeförlusten.

Studien undersöker flera olika konfigurationer där fönstret placeras i den yttre, mellersta eller inre delen av väggkonstruktionen. Dessutom analyseras fall där smygarna är isolerade respektive oisolerade. Resultaten visar att både fönstrets placering och graden av isolering runt karm och smyg har stor betydelse för storleken på köldbryggan.

		Non insulated jamb - rectangular sub-frame	Insulated jamb - L shaped sub-frame	Insulated jamb - insulation above frame	Non insulated sill - rectangular sub-frame	Insulated sill - rectangular sub-frame	Shutter box
External insulated wall	external frame	$L^{2D}=0.777$ $\Psi_f=0.055$	$L^{2D}=0.759$ $\Psi_f=0.041$	$L^{2D}=0.738$ $\Psi_f=0.020$	$L^{2D}=0.795$ $\Psi_f=0.059$	$L^{2D}=0.787$ $\Psi_f=0.052$	$L^{2D}=1.187$ $\Psi_f=0.398$
	intermediate frame	$L^{2D}=0.879$ $\Psi_f=0.152$	$L^{2D}=0.776$ $\Psi_f=0.051$	$L^{2D}=0.763$ $\Psi_f=0.035$	$L^{2D}=0.902$ $\Psi_f=0.179$	$L^{2D}=0.824$ $\Psi_f=0.100$	$L^{2D}=1.023$ $\Psi_f=0.098$
	internal frame	$L^{2D}=0.941$ $\Psi_f=0.221$	$L^{2D}=0.815$ $\Psi_f=0.097$	$L^{2D}=0.788$ $\Psi_f=0.070$	$L^{2D}=0.986$ $\Psi_f=0.242$	$L^{2D}=0.856$ $\Psi_f=0.111$	$L^{2D}=0.894$ $\Psi_f=0.229$
Wall with cavity insulation	external frame	$L^{2D}=0.787$ $\Psi_f=0.059$	$L^{2D}=0.762$ $\Psi_f=0.039$	$L^{2D}=0.755$ $\Psi_f=0.027$	$L^{2D}=0.800$ $\Psi_f=0.060$	$L^{2D}=0.775$ $\Psi_f=0.034$	$L^{2D}=1.187$ $\Psi_f=0.398$
	intermediate frame	$L^{2D}=0.878$ $\Psi_f=0.149$	$L^{2D}=0.775$ $\Psi_f=0.046$	$L^{2D}=0.764$ $\Psi_f=0.035$	$L^{2D}=0.902$ $\Psi_f=0.161$	$L^{2D}=0.823$ $\Psi_f=0.082$	$L^{2D}=1.023$ $\Psi_f=0.098$
	internal frame	$L^{2D}=0.950$ $\Psi_f=0.222$	$L^{2D}=0.812$ $\Psi_f=0.090$	$L^{2D}=0.799$ $\Psi_f=0.077$	$L^{2D}=0.994$ $\Psi_f=0.255$	$\Psi_f=0.130$ $L^{2D}=0.869$	$L^{2D}=0.894$ $\Psi_f=0.229$

Figur 4. Denna figur är hämtad från studien Cappelletti et al (2011) och illustrerar olika installationstyper och visar hur värmeflödet förändras beroende på fönstrets placering i väggen.

Figur 4 visar att värmeförlusten blir större när isoleringen bryts vid fönsteranslutningen, medan värmeflödet minskar när isoleringen kan fortsätta runt karm och smyg. Den bästa

resultaten blev i den fönster som ligger i external frame insulated jamb insulation above frame med 0,020. Se markering i figur 4.

Resultaten från simuleringarna visar att en felaktig placering av fönstret kan leda till en betydande ökning av värmeförlusten. I vissa fall kan den linjära värmeegenomgången öka med upp till cirka 70–75 %, beroende på väggens konstruktion och hur fönstret installeras Cappelletti et al (2011).

Studien visar också att isolering runt fönsteröppningen spelar en viktig roll för att minska köldbryggor. När isoleringen kan fortsätta runt fönsterkarmen minskar värmeflödet genom anslutningen mellan vägg och fönster. Detta innebär att installationen av fönstret bör utformas så att isoleringsskiktet i väggen blir så kontinuerligt som möjligt. En välisolerad anslutning kan därmed bidra till att minska värmeförlusterna och förbättra byggnadens totala energiprestanda.

Tabell2. Hämtad från studien Cappelletti et al (2011) och visar Värmeförluster och procentuell ökning av den endimensionella värmeegenomgångskoefficienten för standardfönstret beroende på monteringsposition.

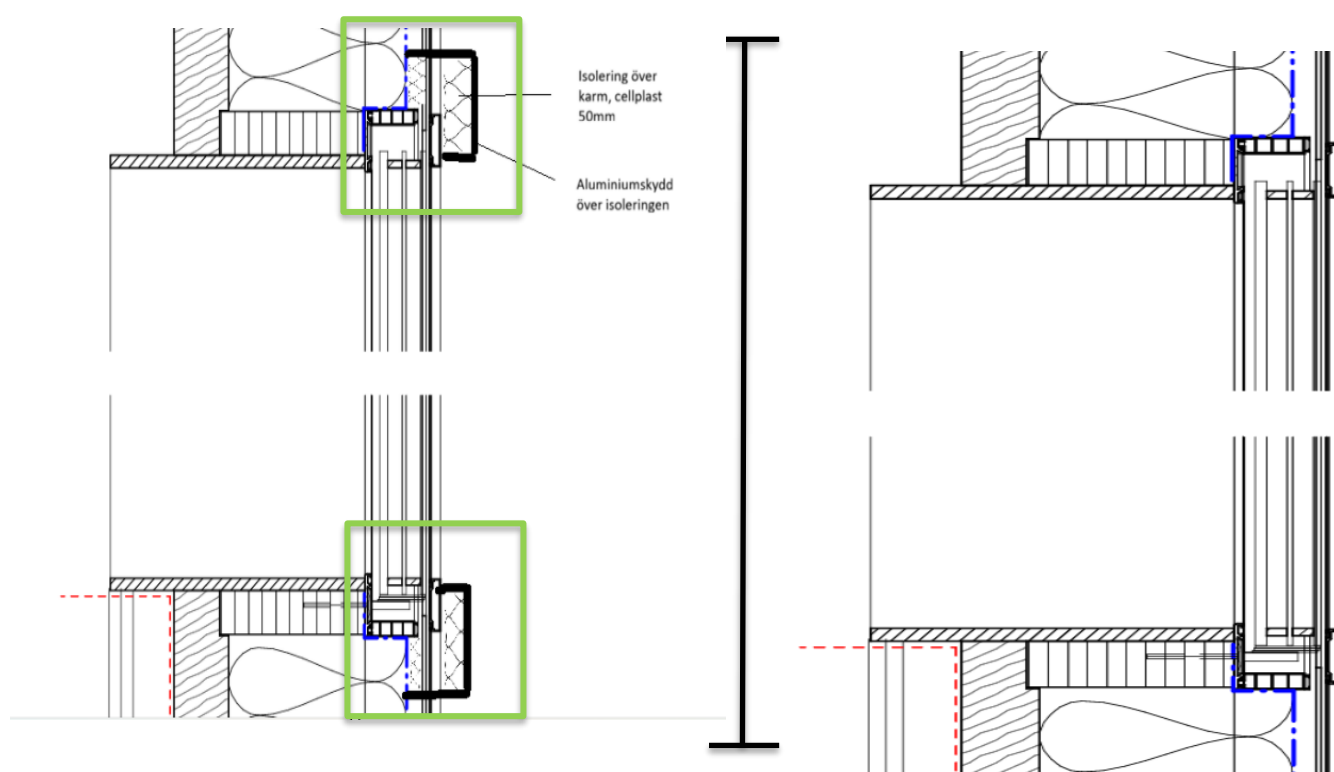
Reference value for percentage increment: $U_w = 1.458 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$			External insulated wall		Wall with cavity insulation	
			Overall thermal transmittance U_{2D} [$\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$]	Increment of window losses [%]	Overall thermal transmittance U_{2D} [$\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$]	Increment of window losses [%]
Without shutter box	External frame	Non insulated hole	1.625	11.5	1.634	12.1
		Insulated hole	1.588	8.9	1.572	7.8
		Insulation above frame	1.540	5.6	1.543	5.8
	Intermediate frame	Non insulated hole	1.929	32.3	1.909	31.0
		Insulated hole	1.644	12.7	1.620	11.1
		Insulation above frame	1.607	10.2	1.594	9.3
	Internal frame	Non insulated hole	2.130	46.2	2.141	46.9
		Insulated hole	1.755	20.4	1.753	20.3
		Insulation above frame	1.694	16.2	1.723	18.2
With shutter box	External frame	Non insulated hole	1.858	27.4	1.865	27.9
		Insulated hole	1.830	25.5	1.815	24.5
		Insulation above frame	1.796	23.2	1.795	23.1
	Intermediate frame	Non insulated hole	1.893	29.9	1.876	28.7
		Insulated hole	1.677	15.0	1.656	13.6
		Insulation above frame	1.651	13.2	1.638	12.3
	Internal frame	Non insulated hole	2.136	46.5	2.154	47.7
		Insulated hole	1.846	26.6	1.854	27.2
		Insulation above frame	1.802	23.6	1.833	25.7

Resultaten i Tabellen från studien visar att den minsta ökningen av värmeförlust, cirka 5,8 %, uppstår när isolering för fönstret placeras nära den yttre delen av väggen och isoleringen fortsätter över fönsterkarmen. Detta visar att både fönstrets placering och isoleringens kontinuitet är viktiga för att minska köldbryggor Cappelletti et al (2011).

Därför kommer vår idé att byggas på denna studie, där vi förslår att tilläggsisolera fönsterkarmen för och sedan räkna fram om det har skett en förbättring eller ej gällande köldbryggor och energi presentdata.

5.3 Tillämpning av förbättringsförslaget

Nedanstående figur, figur 5 och 5,1 visar en skiss av den befintliga fönsteranslutningen och den föreslagna förbättringen med utvändig isolering runt fönsterkarmen.

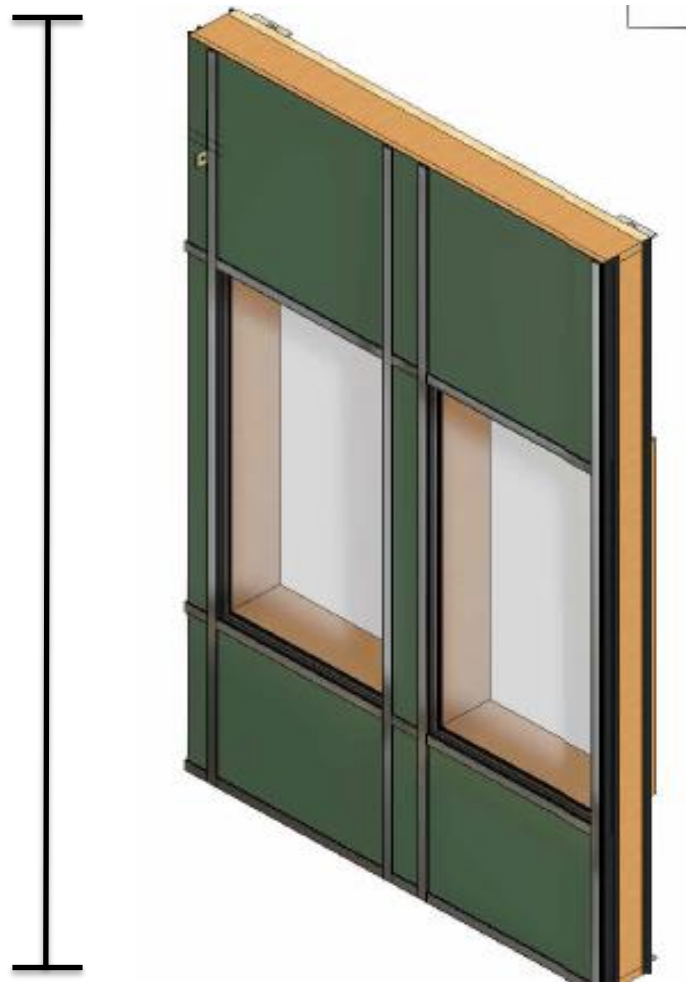


Figur 5. hur det ska se ut efter vi har tillämpat vår lösning. Figur 5,1. är från referensbyggnaden.

Vår idé bygger på att isoleringen skall vara redan inbyggd i fönsterkarmar innan den monteras alltså karmarna skall komma överisolerade redan från fabriken, med de mått och material i figur 5.



Figur 6. visar hur fönstret kommer att se ut efter att vi har över isolerat karmarna



Figur 6.1. är från referensbyggnaden (alltså hur det såg ut innan)

Figur 6 visar den föreslagna lösningen där fönsterkarmen överisoleras med cellplast. För lösningen används cirka 1 m² cellplast med en tjocklek på 0,05 m och en bredd på 1 m, vilket täcker fönsterkarmen runt de två fönstren i fasadelementet.

5.4 Köldbryggor beräkningar efter tillämpad lösning

I Tabell 3 redovisas egna beräkningar av värm tapp och köldbryggornas andel efter att den föreslagna lösningen har tillämpats. Beräkningarna baseras på data från köldbryggeanalysen i programmet Flixo. Underlaget från Flixo redovisas i bilaga 2.

Tabell 3. Visar andel köldbryggor samt värmelapp efter tillämpad lösning.

Profiler/köldbryggor							
Profil	typ	lpm	bredd (m)	yta (m ²)	Utj(W/m ² K)	U(W/K)	Andel av total köldbryggor
1	vert moduldelning (med glas)	1.88	0.05	0.09	3.49	0.3141	6.8%
2	Mellan glas	3.76	0.05	0.19	2.24	0.4256	9.2%
3	vert moduldelning (utan glas)	1.88	0.05	0.09	3.31	0.2979	6.4%
4	kring modul	8.74	0.04	0.35	1.20	0.42	9.1%
5	Inbyggda reglar	5.70	0.04	0.23	0.35	0.08096	1.7%
6	sida glas	1.88	0.50	0.09	2.60	0.234	5.0%
7	ovan under glas	4.00	0.50	0.20	1.93	0.386	8.3%
Summa				1.25		2.15856	46.6%
Fyllningar							
Fält	typ	b (m)	h (m)	yta	Ufyll (W/m ² K)	U (W/K)	Andel av total köldbryggor
F1	3-glas SGS			3.55	0.5	1.775	36.0%
F2	Tätt fält			4.44	0.158	0.70152	14.2%
Summa				7.99		2.47652	50.2%
Värmelapp profiler	46.6%						
Värmelapp totalt	4.63508						
U-värde U_{cw}	0.501632035						

Efter att den förbättrade lösningen har tillämpats visar beräkningen att fasadens totala värmeförlust minskar. U-värdet för hela fasadpartiet, U_{cw}, reduceras från 0,533 W/m²K till 0,501 W/m²K. Det totala värmelappet minskar samtidigt från 4,92 W/K till 4,63 W/K, vilket motsvarar en förbättring på cirka 5,9 %.

Resultatet visar att den utvändiga isoleringen runt fönsterkarmen har minskat köldbryggans påverkan. Genom att isoleringen överlappar karmen skapas en kontinuerlig isolerings runt fönsteranslutningen. Detta gör att värmeflödet genom anslutningen mellan fönster och vägg reduceras.

Även värmelappet från köldbryggorna genom profilerna minskar, från 49,7 % före förbättringen till 46,6 % efter förbättringen. Detta visar att den föreslagna lösningen framför allt påverkar köldbryggorna i anslutning till fönsterprofilen. Resultatet i tabellen visar att lösningen med 50 mm XPS-isolering bidrar till en förbättrad energiprestanda för fasadpartiet.

6 Resultat

Detta kapitel redovisar resultaten från klimatberäkningarna och de värmetekniska analyserna.

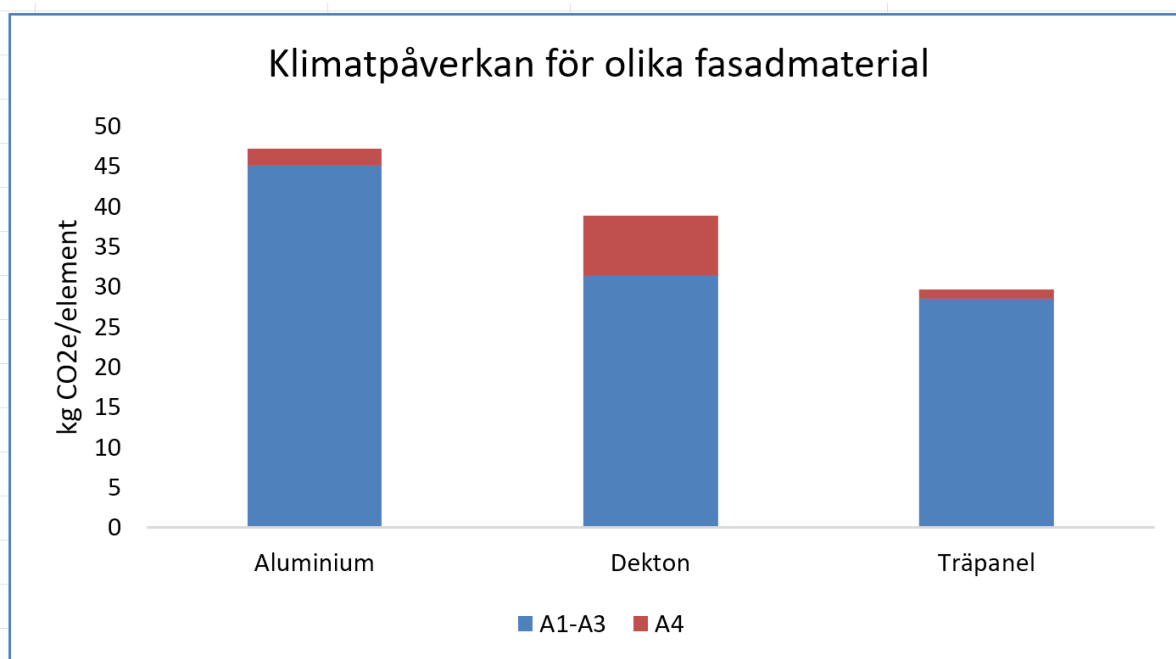
6.1 Klimatpåverkan A1–A4 (per material)

I Tabell 4 visas klimatpåverkan för de olika fasadbeklädnads materialen i skedena A1–A4. Värdena är hämtade från EPD:er och har räknats om till total klimatpåverkan (kg CO₂e/element). För material med klimatdata i kg CO₂e/kg har klimatpåverkan beräknats utifrån materialets vikt, medan träpanelen baseras på klimatdata i kg CO₂e/m² och beräknats area fasadbeklädnads area. Transportpåverkan (A4) har beräknats för de material där uppgifter saknas i EPD baserat på materialmängd, transportavstånd och emissionsfaktor.

Tabell 4. Jämförelse av klimatpåverkan (GWP) för olika fasadbeklädnads material i modulerna A1–A3 och A4

Benämning		GWP klimatpåverkan BYGGSEKTORNS MILJÖBERÄKNINGS- VERKTYG, version 4.3, Leverantör .								
fasadbekläd	vikt	A1-A3			A4			Spillandel	(A1-A3)CO2 eq.kg/element	(A4)CO2 eq.kg/element
Aluminiumplåt	1 22,75 kg	1,8	CO2 eq.kg	1,933767	CO2 eq.kg	10%	45,05	2,13		
Dekton	1 42,13 kg	0,676	CO2 eq.kg	0,163	CO2 eq.kg	10%	31,33	7,55		
Träpanel	1 41,13995 kg	6,76	CO2 eq.kg/m2	0,279	CO2 eq.kg	0%	28,48	1,18		

Tabell 4 visas att aluminium ger högst klimatpåverkan, medan träpanel ger lägst. För alla material dominerar produktionsskedet (A1–A3) den totala klimatpåverkan. Resultaten redovisas som total klimatpåverkan i kg CO₂e/element för en beklädnadsarea på 4,21 m² som räknat för referens byggnad.



Figur 7 visar hur utsläppen delas mellan produktion (A1–A3) samt transport (A4). Aluminium har högst utsläpp, Dekton kommer efter, och träpanel har lägst. För alla material är det produktionen (A1–A3) som ger mest utsläpp medan transporten (A4) ger mindre utsläpp i förhållande till produktionsskede A1-A3. Resultaten visar att valet av material är viktigt där träpanel ger minst utsläpp i denna studie.

6.2 Klimatpåverkan för hela fasadsystemet

I Tabell 5 redovisas klimatpåverkan för hela fasadsystemet i tre olika scenarier: en referensfasad med aluminiumbeklädnad samt två alternativa lösningar där aluminiumbeklädnaden har ersatts med träpanel respektive Dekton. Endast fasadbeklädnaden har ändrats medan resten av konstruktionen har behållits oförändrad. Fullständiga klimatberäkningar för de olika fasadsystemen redovisas i Bilaga 3.1–3.3. Resultaten omfattar endast produktionsskedet (A1–A3), eftersom data för referensbyggnaden endast fanns tillgänglig för dessa moduler. Samma avgränsning har därför använts för samtliga alternativ för att möjliggöra en rättvis jämförelse.

Tabell 5. Klimatpåverkan (GWP) för hela fasadsystemet vid byte av fasadbeklädnad i modulerna A1–A3.

Scenario	Klimatpåverkan (kg CO ₂ e)	Förändring
Aluminiumplåt	438	
Dekton	425	-13
Träpanel	422	-16

Tabellen 5 visar att referensfallet med aluminium har den högsta klimatpåverkan, med cirka 438 kg CO₂e. När aluminium ersätts med träpanel minskar klimatpåverkan till cirka 422 kg CO₂e, vilket motsvarar en minskning på cirka 16 kg CO₂e. Vid ersättning med Dekton minskar klimatpåverkan till cirka 425 kg CO₂e, vilket innebär en minskning på cirka 13 kg CO₂e jämfört med referensfallet.

Resultaten visar att träpanel ger den största minskningen av klimatpåverkan, följt av Dekton. Skillnaderna beror främst på att aluminium har hög klimatpåverkan i produktionsskedet (A1–A3) jämfört med de alternativa materialen.

6.3 Klimatpåverkan vid minskning av köldbryggorna

Efter att fönsteranslutningen kompletterats med utvändig isolering över fönsterkarmen minskar köldbryggans påverkan på fasadens totala värmeförlust. I den ursprungliga lösningen, före förbättringen, var det totala värmetappet 4,927 W/K och U-värdet för hela fasadpartiet, U_{cw} , var 0,5332 W/m²K. Efter förbättringen minskar det totala värmetappet till 4,635 W/K, samtidigt som U-värdet minskar till 0,5016 W/m²K.

Detta motsvarar en minskning av värmeförlusten med cirka 5,9 %. Även andelen värm tapp genom profilerna minskar från 49,7 % till 46,6 %, vilket visar att åtgärden har reducerat köldbryggorna.

Förbättringen beror på att isoleringen överlappar fönsterkarmens utsida. När isoleringen förs närmare och delvis förbi karmen reduceras värme flödet genom anslutningen. Detta ger ett lägre U-värde för hela konstruktionen och minskar risken för köldbryggor vid fönstrets över- och underkant.

Den minskade värmeförlusten innebär även en reducerad energianvändning för uppvärmning med cirka 1,1 kWh/år för det studerade fasadpartiet. Utifrån Naturvårdsverkets (2026) utsläppsfaktor för el, 59 g CO_{2e}/kWh, motsvarar detta en årlig utsläppsminskning på cirka 6,5 kg CO_{2e} under en beräknad period på 100 år. Dock behöver vi också ta med att en tilläggsisolering har också sina utsläpp. Vi har använt oss av cirka 1 m² cellplast med bredd 0,1 m och tjocklek på 0,05 m vilket ledde enligt Finnfoan XPS insulation (2021) miljövarudeklaration, totalt till 4,86 kg CO₂, vilket innebär att vi totalt sett sparat 1,64 kg CO₂.

Totalt sett visar beräkningen att den föreslagna lösningen med 50 mm XPS-isolering, med värmekonduktiviteten $\lambda = 0,035$ W/mK, ger en förbättrad termisk prestanda jämfört med den ursprungliga fasadlösningen. Åtgärden minskar både fasadpartiets U-värde, värm tapp och klimatpåverkan.

7 Diskussion

Syftet med studien var att undersöka hur olika fasadmaterial och förbättrade fönsteranslutningar påverkar byggnadens klimatpåverkan och energianvändning. Resultaten visar att både materialval och köldbryggor har stor betydelse för hur mycket utsläpp och värmeförluster en byggnad får.

Klimatberäkningarna visar att träpanelen gav lägst klimatpåverkan av de material som undersöktes, medan aluminium gav högst utsläpp. Den största delen av utsläppen kom från produktionen av materialen (A1–A3). Det beror främst på att tillverkning av aluminium kräver mycket energi jämfört med träbaserade material. Dekton gav också relativt höga utsläpp men lägre än aluminium.

Transporterna i A4 hade mindre påverkan än själva produktionen och för alla material stod A1–A3 för den största delen av utsläppen. Dekton hade dock något högre transportpåverkan än de andra materialen på grund av längre transporter. För aluminium saknades vissa transportdata i EPD:n och därför har transportpåverkan beräknats genom att multiplicera materialmängd, transportavstånd och emissionsfaktor. Det gör att resultaten innehåller vissa osäkerheter.

I studien användes klimatdata från EPD:er enligt EN 15804, vilket gör resultaten mer jämförbara och trovärdiga men det finns vissa begränsningar. För hela fasadsystemet i referensbyggnaden fanns endast data för A1–A3 tillgängliga, vilket innebär att transportskedet inte ingick i den delen av analysen.

För träpanelen användes klimatdata utan biogen koldioxid, för att jämförelsen mellan materialen skulle bli mer rättvisande. Om biogen koldioxid hade inkluderats skulle träpanelen fått lägre klimatvärden och i vissa fall negativa.

Studien visar att byte från aluminium till träpanel eller Dekton kan minska klimatpåverkan, men resultaten visar att fasadbeklädnaden bara är en del av hela konstruktionen och att även andra byggdelar påverkar den totala klimatpåverkan.

Utöver klimatpåverkan från material studerades även fasadens energianvändning med fokus på köldbryggor vid fönsteranslutningar. Analysen av den befintliga konstruktionen visade att en betydande del av värmeförlusten sker genom fönsterprofiler och karmar.

Detta beror på att isoleringsskiktet bryts vid anslutningen mellan vägg och fönster, vilket skapar en köldbrygga och gör att värme lättare kan ledas ut genom konstruktionen.

För att minska denna värmeförlust föreslogs en förbättrad lösning där ett extra isoleringsskikt av XPS placeras utvändigt runt fönsterkarmen.

Resultaten från beräkningen visar att fasadpartiets totala U-värde minskar från 0,533 W/m²K till 0,501 W/m²K efter förbättringen. Den totala värmemetappen minskar från 4,92 W/K till 4,63 W/K, vilket motsvarar en förbättring på cirka 5,9 %. Även andelen värmemetapp genom profilerna minskar, från 49,7 % till 46,6 %.

Detta visar att materialvalet i fasadbeklädnaden inte är den enda faktorn som påverkar byggnadens totala miljöprestanda. Även detaljlösningar, såsom fönsteranslutningar och isolering, har betydelse för byggnadens energiprestanda. En fasad med låg klimatpåverkan från material kan därför fortfarande ha brister om anslutningar och köldbryggor inte hanteras på ett effektivt sätt.

Sammanfattningsvis visar studien att byte från aluminium till träpanel eller Dekton samt tilläggsisolering av fönsterkarmar kan minska klimatpåverkan. Resultaten visar samtidigt att fasadbeklädnaden endast är en del av hela konstruktionen.

För att uppnå en bättre helhetslösning behöver både materialens klimatpåverkan och fasadens tekniska utformning beaktas. Den föreslagna förbättringen av fönsteranslutningen visar att relativt små konstruktiva åtgärder kan bidra till minskade värmeförluster och därmed förbättrad energiprestanda för fasadsystemet.

8 Slutsats

Studien visar att materialvalet har betydelse för fasadens klimatpåverkan. Av de undersökta materialen hade aluminium högst klimatpåverkan, medan träpanel hade lägst. Dekton gav lägre klimatpåverkan än aluminium, men högre än träpanel.

När aluminium ersattes med träpanel eller Dekton minskade klimatpåverkan för hela fasadsystemet. Klimatpåverkan minskade med cirka 3,0 % för alternativet med Dekton och med cirka 3,8 % för alternativet med träpanel jämfört med referensfasaden med aluminium. Jämförelsen av hela fasadsystemet omfattar endast modulerna A1–A3, eftersom klimatdata för referensbyggnaden endast fanns tillgängliga för dessa skeden.

När endast fasadbeklädnaden jämfördes var skillnaderna mellan materialen betydligt större. Klimatpåverkan minskade då med cirka 30,5 % för Dekton och 36,8 % för träpanel jämfört med aluminium. Även denna jämförelse baseras på modulerna A1–A3 för att resultaten ska vara jämförbara.

Resultaten visar att valet av fasadbeklädnad har stor betydelse för klimatpåverkan. Samtidigt visar den relativt lilla minskningen för hela fasadsystemet att även övriga delar av konstruktionen bidrar till en stor del av den totala klimatpåverkan.

Studien visar också att köldbryggor vid fönsteranslutningar påverkar fasadens energiprestanda. Genom att tilläggsisolera fönsterkarmen med 50 mm XPS minskade U-värdet från 0,533 W/m²K till 0,501 W/m²K och värmelappet från 4,92 W/K till 4,63 W/K. Detta motsvarar en minskning av värmeförlusten med cirka 5,9 %.

Den beräknade CO₂-besparingen efter tilläggsisoleringen blev cirka 1,64 kg CO₂e, vilket är en liten klimatbesparing. Däremot visar resultatet att åtgärden minskar värmeförlusten och därmed förbättrar fasadens energiprestanda. Detta visar att även mindre konstruktiva förändringar kan bidra till en bättre klimat lösning.

Slutsatsen är därför att en mer hållbar fasad inte enbart handlar om att välja material med låg klimatpåverkan. Fasadens konstruktion, fönsteranslutningar och hantering av köldbryggor behöver också beaktas för att uppnå en bättre helhetsprestanda.

I framtida studier kan fler livscykelmoduler inkluderas, exempelvis användningsskede, underhåll, rivning och återvinning. Det kan även vara relevant att undersöka fler fasadmaterial samt aspekter som ekonomi, fuktsäkerhet, brandsäkerhet och underhållsbehov.

9 Referenser

Boverket (2015). *Byggnaders klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv*.

<https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2015/byggnaders-klimatpaverkan-utifran-ett-livscykelperspektiv.pdf>

Boverket (2018). *Klimatdeklaration av byggnader*.

<https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publikationer/2018/klimatdeklaration-av-byggnader2/>

Boverket (2024a). *Om declaration*.

<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/om-klimatdeklaration/>

Boverket (2024b). *Klimatdeklarationens omfattning*.

<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/omfattning/>

Boverket (2024c). *Klimatdata till beräkningen*.

<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/underlag/klimatdata-till-berakningen/>

Cosentino (u.å.a). *Dekton*.

<https://www.cosentino.com/dekton/>

Cosentino (u.å.b). *Cosentino Product Guide*.

https://de.cdn-website.com/e8488b5aa66643f28b1c75c456ba391e/files/uploaded/Catalogue_Silestone_Dekton_Sensa.pdf

Climate-Data.org – Jönköping klimatdata (u.å): *Jönköping klimat*.

[Jönköping klimat: Genomsnittlig temperatur per månad, Jönköping vattentemperatur](#)

Dyvik, S.H., Manum, B., Mork, J.H. & Luczkowski, M. (2019).

Structural aluminium in architecture – The history and future of aluminium as structural material.

https://www.researchgate.net/publication/332804638_Structural_aluminium_in_architecture_-_the_history_and_future_of_aluminium_as_a_structural_material

European Aluminium (2018). *Environmental Profile Report for the European Aluminium Industry*.

<https://european-aluminium.eu/resource-hub/environmental-profile-report-2018/>

Hagentoft, C-E. & Sandin, K. (2016). *Byggnadsfysik – så fungerar hus*. Lund: Studentlitteratur.

Husexpert (2026): *Cellplast: Husexperters kompletta guide för 2026*

[Cellplast: Husexperters kompletta guide 2026 \(pris, regler, material\) - Husexpert](#)

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)(2023). *Climate change 2023: Synthesis report*.

[AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023](#)

International EPD System. (2025). *What is an EPD?*

<https://www.environdec.com/services/what-is-epd>

ISO (2017).

EN ISO 10211: Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculations. Geneva: International Organization for Standardization.

Moelven (2026). *Träfasad för flervåningshus*.

<https://www.moelven.com/se/bygg-och-bo/ytterpanel/trafasad-for-flervaningshus/>

MPDI (2024): *Importance of Window Installation in Residential Building Envelopes Having Continuous External Insulation in Order to Realize Energy Efficiency*.

[Importance of Window Installation in Residential Building Envelopes Having Continuous External Insulation in Order to Realize Energy Efficiency](#)

Naturvårdsverket (2026): *Värden för att beräkna utsläppsminskning*.

https://www.naturvardsverket.se/496762/globalassets/amnen/klimatomstallning/klimatklivet/dokument/klimatklivet-varden-for-att-berakna-utslappsminskning.pdf?utm_source

Naturvårdsverket (2023). *Beräkna klimatpåverkan*.

<https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/luft-och-klimat/berakna-klimatpaverkan/>

OpenLearn – Degree Days (u.å): *Energy in Buildings: 2.4.2 Degree Days*. The Open University.

[Energy in buildings: 2.4.2 Degree days | OpenLearn - Open University](#)

Science Direct (2011): *Analysis of the influence of installation thermal bridges on windows performance: The case of clay block walls*

[Analysis of the influence of installation thermal bridges on windows performance: The case of clay block walls - ScienceDirect](#)

SMHI – Energi-Index och Graddagar (2026): *SMHI Energi-Index och Graddagar – normalårskorrigerig värme*.

https://www.smhi.se/professionella-tjanster/hallbara-stader/smhi-energi-index-och-graddagar---normalarskorrigering-varme?utm_source

SIS. (2019). *SS-EN 15804:2012+A2:2019 – Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products*. Stockholm: Svenska institutet för standarder (SIS).

SIS. (2011). *SS-EN 15978:2011 – Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method*. Stockholm: Svenska institutet för standarder (SIS).

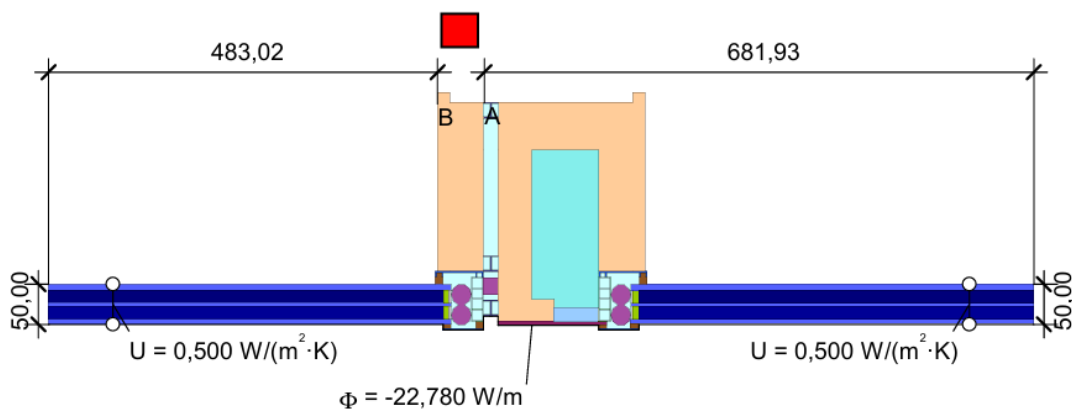
SIS. (2006). *SS-EN ISO 14040:2006 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*. Stockholm: Svenska institutet för standarder (SIS).

Trafikverket (u.å). *Emissionsfaktorer och beräkning av avgasutsläpp*.

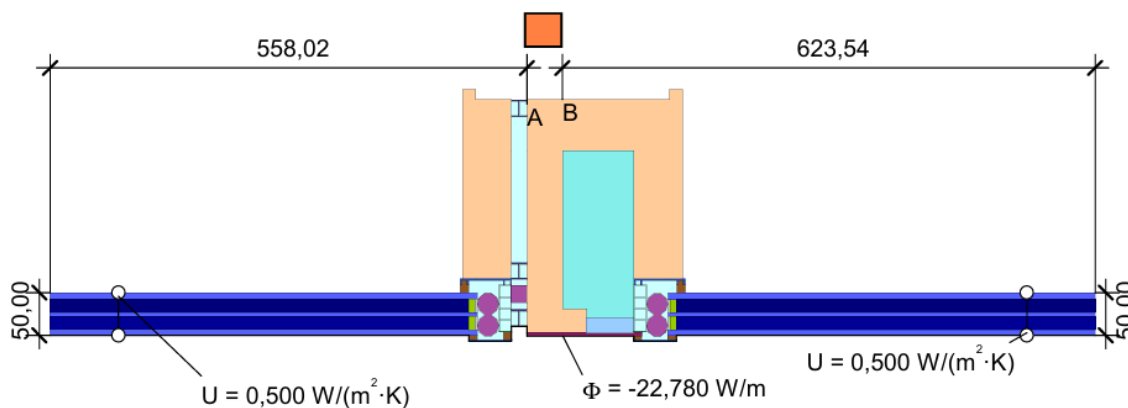
https://bransch.trafikverket.se/contentassets/6172806b6959485d895374173243047f/2025_ny/miljo/emissionsfaktorer-och-berakning-av-avgasutslapp.pdf

10 Bilagor

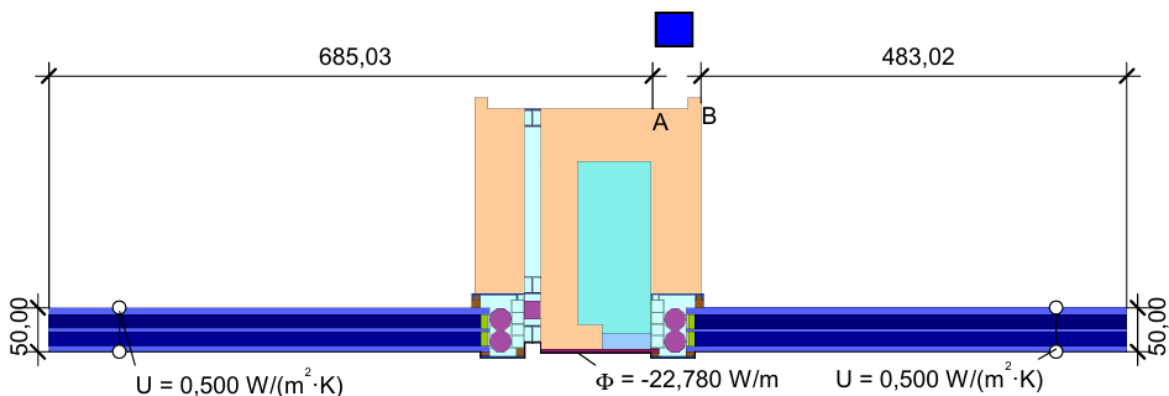
Bilaga 1 – U-värdesberäkningar för referensbyggnad



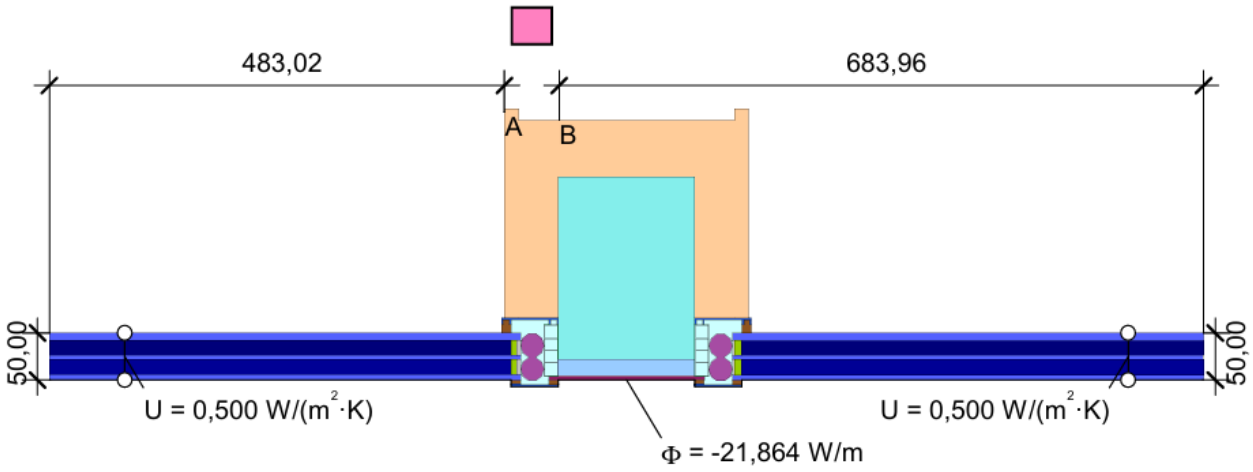
$$U_{fBA} = \frac{\frac{22,78}{30,0} - 0,5 \cdot 0,483 - 0,5 \cdot 0,682}{0,042} = 4,21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$



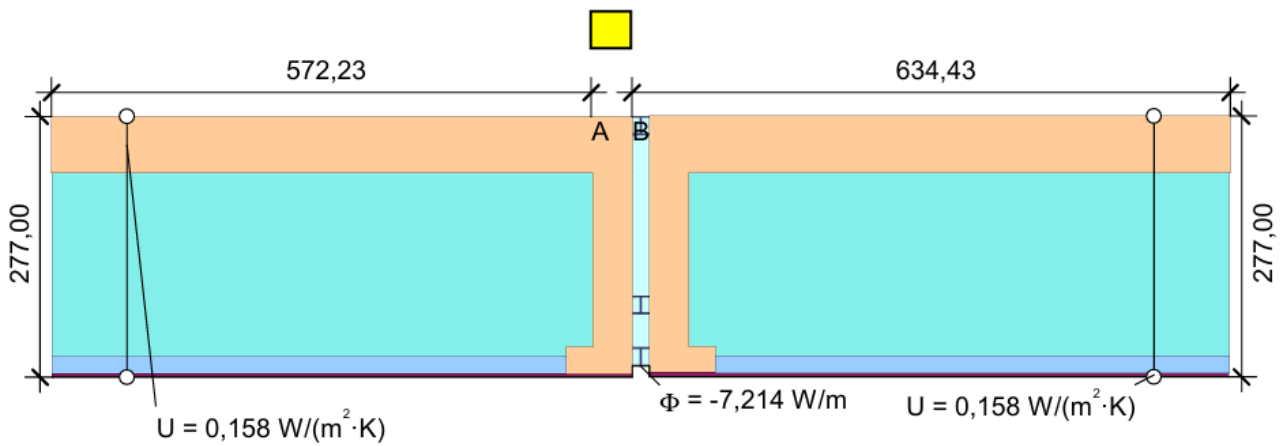
$$U_{fAB} = \frac{\frac{22,78}{30,0} - 0,5 \cdot 0,558 - 0,5 \cdot 0,624}{0,042} = 4,01 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$



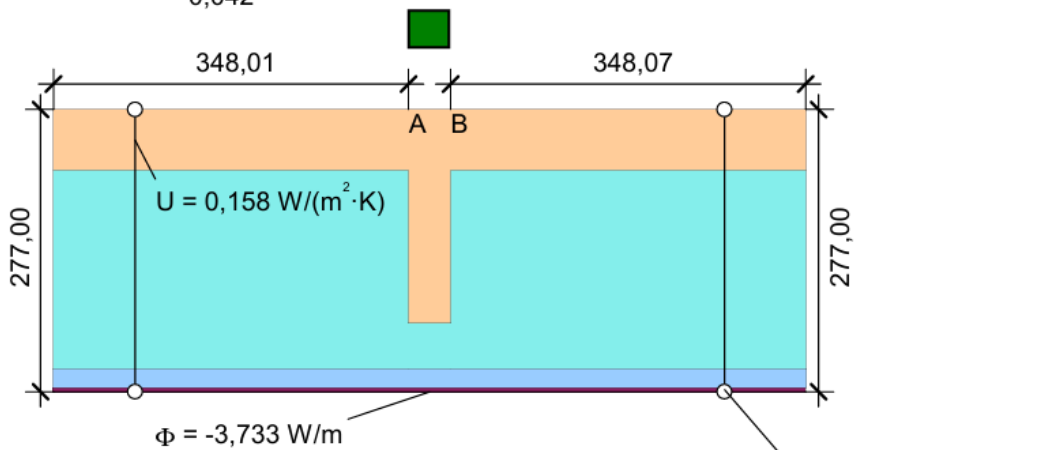
$$U_{fA,B} = \frac{\frac{22,78}{30,0} - 0,5 \cdot 0,685 - 0,5 \cdot 0,483}{0,057} = 3,08 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$



$$U_{fAB} = \frac{\frac{21,864}{30,0} - 0,5 \cdot 0,483 - 0,5 \cdot 0,684}{0,057} = 2,55 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

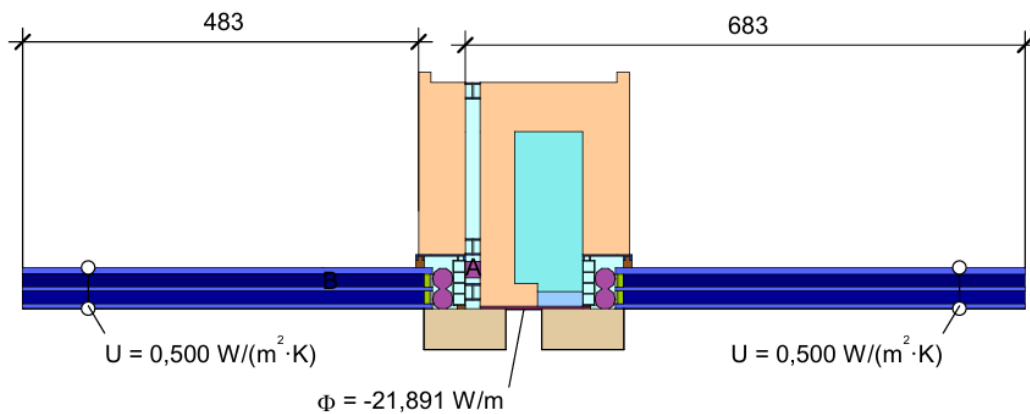


$$U_{fAB} = \frac{\frac{7,214}{30,0} - 0,158 \cdot 0,572 - 0,158 \cdot 0,634}{0,042} = 1,20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

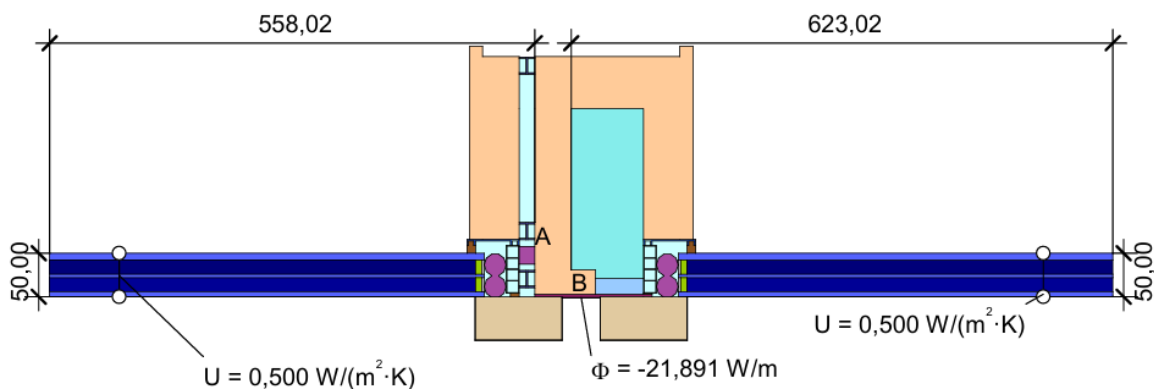


$$U_{fAB} = \frac{\frac{3,733}{30,0} - 0,158 \cdot 0,348 - 0,158 \cdot 0,348}{0,042} = 0,352 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

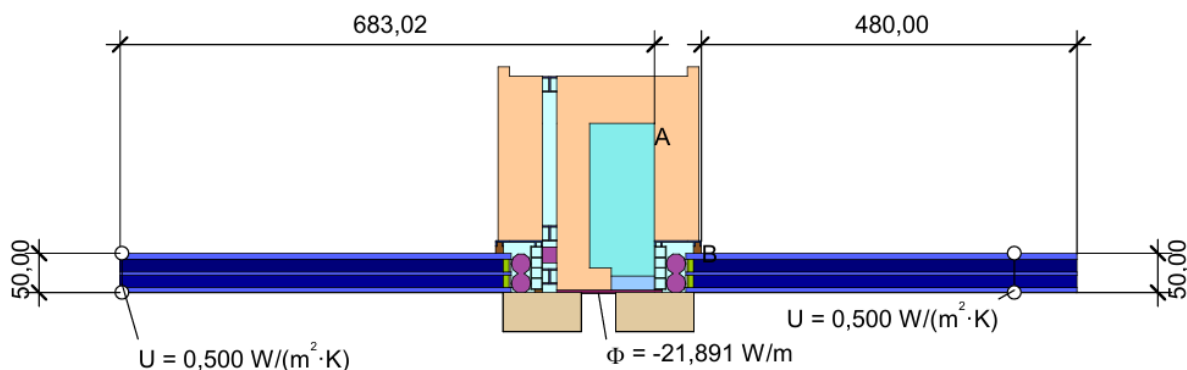
Bilaga 2 – U-värdesberäkningar efter förbättringsåtgärder



$$U_{f,B,A} = \frac{\frac{21,891}{30,0} - 0,5 \cdot 0,483 - 0,5 \cdot 0,683}{0,042} = 3,49 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$



$$U_{f,A,B} = \frac{\frac{21,891}{30,0} - 0,5 \cdot 0,558 - 0,5 \cdot 0,623}{0,042} = 3,31 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$



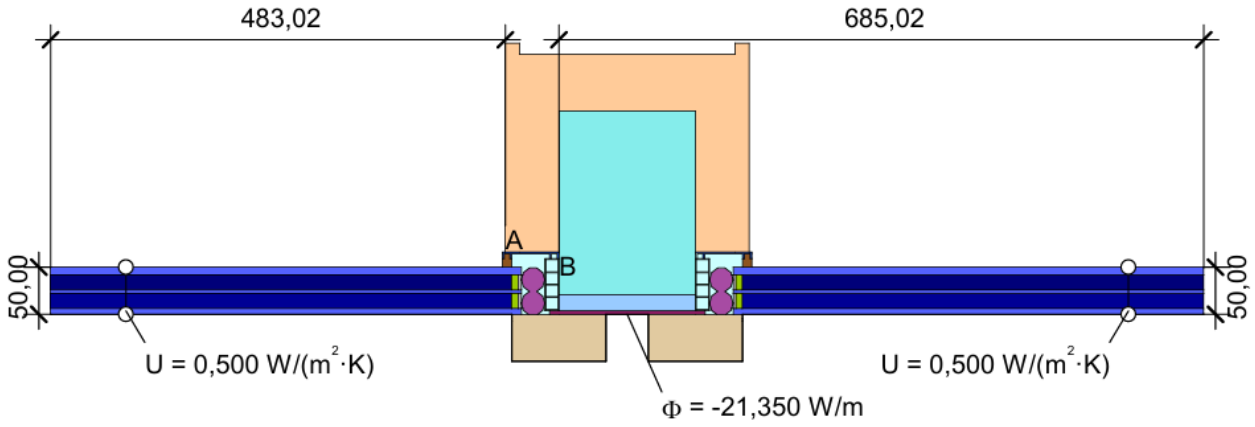
$$U_{f,A,B} = \frac{\frac{21,891}{30,0} - 0,5 \cdot 0,683 - 0,5 \cdot 0,48}{0,057} = 2,60 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

2026-04-30

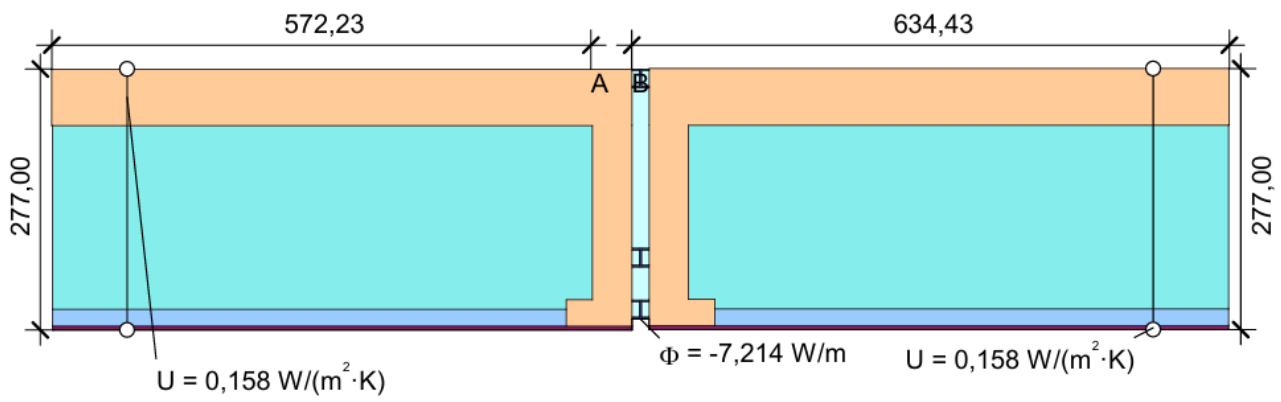
C:\Users\tocro\Skandinaviska Glas och Fasadsystem AB\Skandinaviska Glas och Fasadsystem AB - Dokument\06. Projekt\2501 Vapenrocken\2. Projekttering\4. Dokumentation\U-värde\Underlag\

3

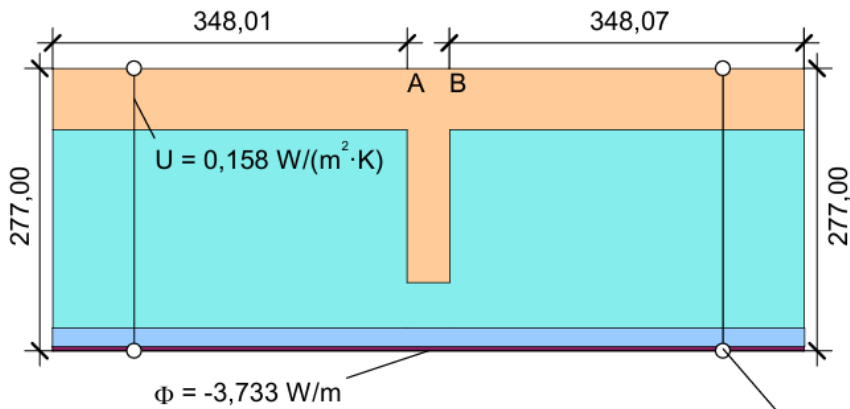
flixo frame 8.2.1180.1



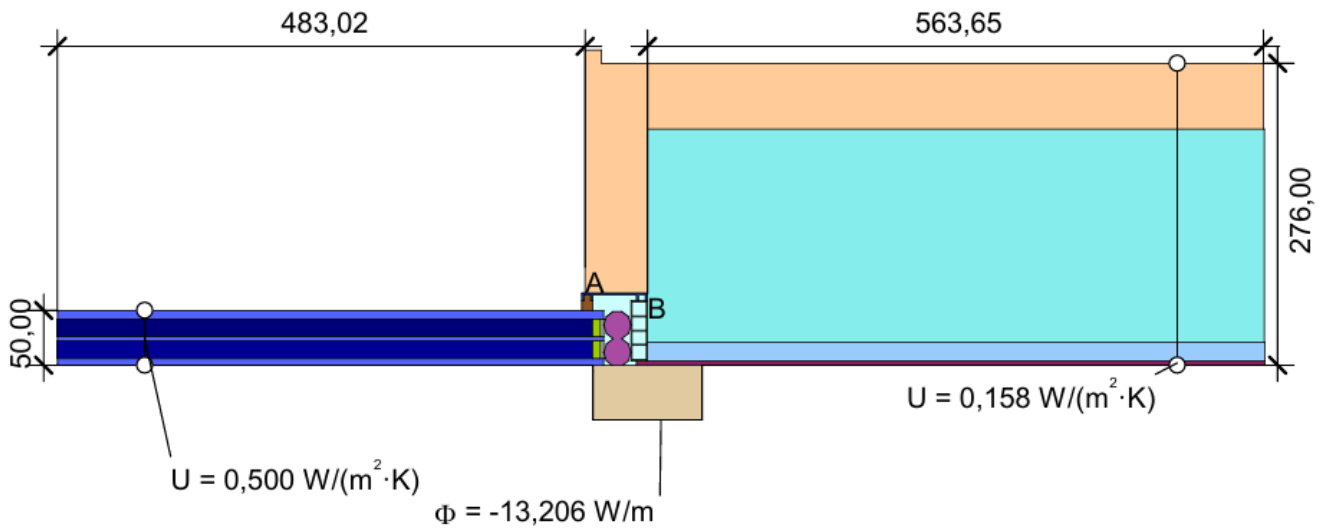
$$U_{fAB} = \frac{\frac{21,35}{30,0} - 0,5 \cdot 0,483 - 0,5 \cdot 0,685}{0,057} = 2,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$



$$U_{fAB} = \frac{\frac{7,214}{30,0} - 0,158 \cdot 0,572 - 0,158 \cdot 0,634}{0,042} = 1,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$



$$U_{fAB} = \frac{\frac{3,733}{30,0} - 0,158 \cdot 0,348 - 0,158 \cdot 0,348}{0,042} = 0,352 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$



$$U_{f,A,B} = \frac{\frac{13,206}{30,0} - 0,5 \cdot 0,483 - 0,158 \cdot 0,564}{0,057} = 1,93 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Bilaga 3 - Klimatberäkningar för hela fasadsystemet (A1–A3)

3.1 Referensfasad med aluminium som beklädnadsmaterial

Projekt	Del	Yta (m2)			Klimatpåverkan CO2eq.			
Sorbonne Typ1	Fasad	8,64			438		kg	
	Fasadarea	8,64	m2					
Benämning			GWP klimatpåverkan		Spillandel	CO2 eq.kg/element	CO2 eq.kg/m2 fasadarea	
			BYGGSEKTORNS MILJÖBERÄKNINGS- VERKTYG, version 4.3, <i>Leverantör.</i>			438,23	50,72	
Korslimmat trä (KL-trä) u 12%, barrträ	1	162,714 kg	0,096	CO2 eq.kg	0%	15,62	1,81	3,6%
Plastfolie,ångspärr, PE	1	1,108 kg	2,2	CO2 eq.kg	10%	2,68	0,31	0,6%
Hylvat virke u 16%, barrträ	1	54,584 kg	0,0735	CO2 eq.kg	10%	4,41	0,51	1,0%
Limträ, barrträ	1	57,740 kg	0,106	CO2 eq.kg	0%	6,12	0,71	1,4%
Stenull, Fasadskiva, PAROC Natura Lana	1	137,326 kg	0,34	CO2 eq.kg	7%	49,96	5,78	11,4%
Västskustskiva	1	28,850 kg	1,46	CO2 eq.kg	0%	42,12	4,88	9,6%
EPDM (Vertikal)	1	3,324 kg	3	CO2 eq.kg	10%	10,97	1,27	2,5%
EPDM (Horisontell)	1	2,192 kg	3	CO2 eq.kg	10%	7,23	0,84	1,7%
Aluminiumprofiler, skrotbaserad (LINK)	1	4,493 kg	1,8	CO2 eq.kg	10%	8,90	1,03	2,0%
Isolerruta, treglas, återvunnet "low carbon"	1	235,950 kg	0,55	CO2 eq.kg	0%	129,77	15,02	29,6%
Skrubar rostfritt stål	1	5,000 kg	5,58	CO2 eq.kg	0%	27,90	3,23	6,4%
Spikar, fästdon och beslag, primär stål	1	16,956 kg	2,59	CO2 eq.kg	0%	43,92	5,08	10,0%
Aluminiumplåt	1	22,750 kg	1,8	CO2 eq.kg	10%	45,05	5,21	10,3%
Smygplåt	1	9,180 kg	1,8	CO2 eq.kg	5%	17,35	2,008125	4%
Fog WS605	1	2,784	5,3	CO2 eq.kg	10%	16,23	1,88	3,7%
Övrigt, tejp. Tätningar	1					10	1,16	2,3%

3.2 Fasadsystem med Dekton som beklädnadsmaterial

Projekt	Del	Yta (m2)	Datum	Version	Klimatpåverkan CO2eq.			
Sorbonne Typ1	Fasad	8,64	2025-02-14	1	425 kg			
	Typ1	8,64						
Benämning				GWP klimatpåverkan	Spillandel	CO2 eq.kg/element	CO2 eq.kg/m2 fasad	
				BYGGSEKTORNS MILJÖBERÄKNINGS- VERKTYG, version 4.3, Leverantör .		425,14	49,21	
Korslimmat trä (KL-trä) u 12%, barrträ	1	162,714 kg	0,096	CO2 eq.kg	0%	15,62	1,81	3,7%
Plastfolie, ångspärr, PE	1	1,108 kg	2,2	CO2 eq.kg	10%	2,68	0,31	0,6%
Hyllat virke u 16%, barrträ	1	54,584 kg	0,0735	CO2 eq.kg	10%	4,41	0,51	1,0%
Limträ, barrträ	1	57,740 kg	0,106	CO2 eq.kg	0%	6,12	0,71	1,4%
Stenull, Fasadskiva, PAROC Natura Lana	1	137,326 kg	0,34	CO2 eq.kg	7%	49,96	5,78	11,8%
Västkostskiva	1	28,850 kg	1,46	CO2 eq.kg	0%	42,12	4,88	9,9%
EPDM (Vertikal)	1	3,324 kg	3	CO2 eq.kg	10%	10,97	1,27	2,6%
EPDM (Horisontell)	1	2,192 kg	3	CO2 eq.kg	10%	7,23	0,84	1,7%
Aluminiumprofiler, skrotbaserad (LINK)	1	4,493 kg	1,8	CO2 eq.kg	10%	8,90	1,03	2,1%
Isolerruta, treglas, återvunnet "low carbon"	1	235,950 kg	0,55	CO2 eq.kg	0%	129,77	15,02	30,5%
Skrudar rostfritt stål	1	5,000 kg	5,58	CO2 eq.kg	0%	27,90	3,23	6,6%
Spikar, fästdon och beslag, primär stål	1	16,956 kg	2,59	CO2 eq.kg	0%	43,92	5,08	10,3%
Dekton	1	42,9726 kg	0,676	CO2 eq.kg	10%	31,95	3,70	7,5%
Smygplåt	1	9,180 kg	1,8	CO2 eq.kg	5%	17,35	2,008125	4%
Fog WS605	1	2,784	5,3	CO2 eq.kg	10%	16,23	1,88	3,8%
Övrigt, tejp. Tätningar	1					10	1,16	2,4%

3.3 Fasadsystem med träpanel som beklädnadsmaterial

Projekt	Del	Yta (m2)			Klimatpåverkan CO2eq.			
Sorbonne Typ1	Fasad	8,64			422	kg		
	Typ1	8,64						
Benämning	GWP klimatpåverkan				Spillandel	CO2 eq.kg/element	CO2 eq.kg/m2 fasad	
	BYGGSEKTORNS MILJÖBERÄKNINGS- VERKTYG, version 4.3, <i>Leverantör.</i>					421,67	48,80	
Korslimmat trä (KL-trä) u 12%, barrträ	1	162,714 kg	0,096	CO2 eq.kg	0%	15,62	1,81	3,7%
Plastfolie,ångspärr, PE	1	1,108 kg	2,2	CO2 eq.kg	10%	2,68	0,31	0,6%
Hylvat virke u 16%, barrträ	1	54,584 kg	0,0735	CO2 eq.kg	10%	4,41	0,51	1,0%
Limträ, barrträ	1	57,740 kg	0,106	CO2 eq.kg	0%	6,12	0,71	1,5%
Stenull, Fasadskiva, PAROC Natura Lana	1	137,326 kg	0,34	CO2 eq.kg	7%	49,96	5,78	11,8%
Västskustskiva	1	28,850 kg	1,46	CO2 eq.kg	0%	42,12	4,88	10,0%
EPDM (Vertikal)	1	3,324 kg	3	CO2 eq.kg	10%	10,97	1,27	2,6%
EPDM (Horisontell)	1	2,192 kg	3	CO2 eq.kg	10%	7,23	0,84	1,7%
Aluminiumprofiler, skrotbaserad (LINK)	1	4,493 kg	1,8	CO2 eq.kg	10%	8,90	1,03	2,1%
Isolerruta, treglas, återvunnet "low carbon"	1	235,950 kg	0,55	CO2 eq.kg	0%	129,77	15,02	30,8%
Skrudar rostfritt stål	1	5,000 kg	5,58	CO2 eq.kg	0%	27,90	3,23	6,6%
Spikar, fästdon och beslag, primär stål	1	16,956 kg	2,59	CO2 eq.kg	0%	43,92	5,08	10,4%
Träpanel	1	41,1399 kg	6,76	CO2 eq.kg	0%	28,47988	3,30	6,8%
Smygplåt	1	9,180 kg	1,8	CO2 eq.kg	5%	17,35	2,008125	4%
Fog WS605	1	2,784 kg	5,3	CO2 eq.kg	10%	16,23	1,88	3,8%
Övrigt, tejp. Tätningar	1					10	1,16	2,4%

Bilaga 4 – Miljövarudeklarationer (EPD:er) för studerade material

[finnfoamxps_rts-epd_FINNFOAM- XPS_113-21.pdf](#)

<https://www.moelven.com/globalassets/inriver/documents/epd---thermowood-bt-v-fast-pigment.pdf>

[EPD-IES-0000916:006 \(S-P-00916\) Dekton® by Cosentino | EPD International](#)

[EPD-IES-0001289:006 \(S-P-01289\) Composite panels STACBOND®FR and](#)

[STACBOND®A2 | EPD International](#)