



Livscykelanalys för installerat två-glas fönster, platsbyggd isolerruta och nytt tre-glas fönster

En jämförelse av miljöpåverkan för åtgärder av två-glas fönster

Life cycle assessment for installed double glazed window, on-site built isolation pane and new triple glazed window

A comparison of enviromental impact of measures for installed double glzed windows

Victor Schåman

Fakulteten för Hälsa, Natur- och teknikvetenskap

Högskoleingenjörsprogrammet i energi- och miljöteknik

22,5 hp

Handledare: Ali Mohammadi, Roger Renström

Examinator: Lena Brunzell

Juli 2021

Sammanfattning

I den här studien har livscykelanalys (LCA) utförts för två alternativa system för insatta två-glas fönster med ca 30 års livslängd kvar. Det nuvarande två-glas fönstret har setts som ett referenssystem i arbetet. De tre system som livscykelanalys utförts över är:

1. Låta två-glas fönstret vara kvar i byggnaden oförändrat. Det här är arbetets referenssystem.
2. Installera en isolerruta på insidan av det befintliga två-glas fönstret för att minska värmegenomgången genom fönstret.
3. Ta bort det befintliga fönstret och istället montera dit ett nybyggt aluminiumklätt tre-glas fönster i trä.

LCA:n undersöker systemen ur ett vagga-till-graven perspektiv, utifrån att vaggan är en tidpunkt då två-glas fönstret redan är inbyggt i en fastighet. Därmed ingår råvaruutvinning och konstruktion av produkt i systemet för isolerrutan och för systemet med tre-glas fönstret, men ej för två-glas fönstret då det är en identisk process i samtliga system. Användningsfasens miljöpåverkan för alla fönstersystem beräknades utifrån elektriciteten som krävs för att kompensera för värmen som förs ut genom fönstret. Vid vardera produkts slutskedesfas så antas det att träet från fönstren energiförbränns medans glas, metaller och farligt avfall går till deponi. Känslighetsanalys har även utförts där det antas att metaller återvinns istället för att gå till deponi.

Miljöpåverkningskategorierna som valts att analyseras för de tre alternativen för fönstret är global uppvärmningspotential, försurningspotential, övergödningspotential och fossil bränsleanvändning. Den totala miljöpåverkan under ett systems livstid delades, för samtliga system, med åren som systemen kan brukas för att få miljöpåverkan per år. Två-glas fönstret antas ha en kvarvarande livslängd på 30 år, vilket även gäller för isolerrutan vars livslängd är beroende på det nuvarande fönstret. Tre-glas fönstret förväntas ha en livstid på 50 år. Miljöpåverkan normaliserades med en referensfaktor för årlig påverkan i Europa för att kunna beräkna hur allvarliga påverkan för de fyra kategorierna är jämfört mot varandra. De normaliserade värdena viktades med konstant faktor och summerades för att få ett slutligt resultat för miljöpåverkan per system.

Resultaten av LCA:n visar att installation av en isolerruta leder till lägst miljöpåverkan, följt av tre-glas fönstret. Resultatet från normaliseringen visar att global uppvärmning och övergödning är kategorierna mest störst miljöpåverkan för systemen, jämfört mot årliga utsläpp i Europa. Användningsfasen bidrar till störst delar av miljöpåverkan av fönstersystemens faser på grund av uppvärmning av fastigheten.

Slutresultatet visar att båda systemen med isolerrutan och tre-glas fönstret har en lägre årlig miljöpåverkan jämfört mot referenssystemet. Det slutliga resultatet för årlig miljöpåverkan är ca 49% lägre för isolerrutan jämfört mot två-glas fönstret medans miljöpåverkan för tre-glas fönstret är ca 43% lägre än två-glas fönstrets.

Abstract

In this study, life cycle assessment (LCA) has been applied on two alternative systems for installed double-glazed windows with remaining lifetime of 30 years. The conventional double glazed window was considered as a reference system in this work. The three window systems modelled and compared in this assessment are:

1. Keep the double glazed window in the building without any changes. This is the works reference system
2. Install a isolationpane on the inside of the current window to reduce the heat transfer through the window
3. Replace the current window with a aluminum-clad, triple glazed wooden window

The LCA examines the systems from a cradle-to-grave perspective, where the cradle is the point in terms of time where the double glazed window is already installed in the building. Therefor the extraction of raw material and construction of the product in the system are included for the isolation pane and the triple glazed window, but not for the double glazed window as it is an identical process for all three systems. The enviromental impact during the use-phase for all the systems were calculated based on electricity needed to compensate for the heat transfer through the window. At the end-of-life stage for each product, it was assumed that the wood would be incinirated for energy recovery while glass, metals and hazardous wastes are landfilled. A sensivity analasys has been performed where metals are recycled instead of landfilling.

The selected impact categories for the three window systems are global warming potential, acidification potential, eutrophication potential and abiotic fossil fuel depletion. The total enviromental impact were divided by the expected lifetime, for all three systems to obtain the annual enviromental impact. The double glazed window and the isolation pane systems are expected to have a remaining lifetime of 30 years, while the lifetime of the new triple glazed window is expected to be 50 years. The enviromental impacts were normalized with a reference factor of annual impact for Europe, to calculate the magnitude of each impact category to would be abale to compare them together. The normalised results were then weighted equally and summed up to obtain a single score for each window system.

The results of this LCA show that installing an isolation pane on the double glazed window offered the largest savings in terms of the enivironmental impacts followed by the triple glazed window. The results of normalization reveals that the largest magnitude belongs to global warming and eutrophication impacts. The use-phase contributs largely to the impact results due to heating of the property

The single score results demonstrate that both systems of the isolation pane and triple glazed window have the lower total enviromental impact per year compared to the reference system. The calculated single score for the isolation pane system is about

49% lower than the score of double glazed window, while this value for the triple glazed window was found to be 43% lower than the double glazed window.

Förord

Detta examensarbete har redovisats muntligt för en i ämnet insatt publik. Arbetet har därefter diskuterats vid ett särskilt seminarium. Författaren av detta arbete har vid seminariet deltagit aktivt som opponenter till ett annat examensarbete.

Ett stort tack riktas till Liv Bergqvist som varit kontaktperson för Grundels fönstersystem och samtidigt ett stort tack till Grundels fönstersystem som bidragit med information så att en noggrann livscykelanalys har kunnat genomföras. Ett stort tack riktas även till handledare Ali Mohammadi för vägledning kring arbetet med livscykelanalysen och till Roger Renström som hjälpt till med framställningen av rapporten.

Innehåll

1. Introduktion	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Tidigare arbeten	1
1.3 Påverkan av utsläpp	3
1.3.1 Global uppvärmning	3
1.3.2 Försurning	4
1.3.3 Övergödning	4
1.3.4 Fossil bränsleanvändning	5
1.3 Beskrivning av utfört arbete	5
1.4 Syfte och mål	5
2 Metod	6
2.1 LCA metodik	6
2.2 Systemens omfattning	6
2.3 Livscykelinventering	10
2.3.1 Tillverkningsfasen isolerruta	11
2.3.2 Tillverkningsfasen för tre-glas-fönster	14
2.3.3 Användningsfasen	16
2.3.4 Slutskedesfas	17
2.3 Livscykelns konsekvensbedömning	18
2.3.1 Normalisering	20
2.3.2 Viktning av resultat	20
2.4 Tolkning av resultat	21
2.5.1 Känslighetsanalys	21
3 Resultat	21
3.1 Normaliserade resultat	28
3.2 Resultat av känslighetsanalys	30
4 Diskussion	31
4.1 Metoddiskussion	32
4.2 Tolkning av resultat	33
5 Slutsats	35
6 Referenser	36

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

I dagsläget finns ett flertal olika miljöproblem i världen, så som global uppvärmning, ackumulering av avfall, uttunning av ozonskiktet med mera (Sharma m.fl 2011). Under de senaste tiotals åren så visar forskning på att förändringarna för det globala klimatet sker snabbare än vad anses normalt (Houghton m.fl. 2001). Byggnader av alla dess slag spelar roll för användningen av energi runt om i världen. Energibehovet för fastigheter under dess livstid sker både direkt och indirekt (Cabeza m.fl 2014). Direkt energi då fastigheten konstrueras, används, underhålls samt i slutändan dekonstrueras. Indirekt energi genom produktion av material som behövs för fastighetens uppbyggnad och underhåll. Därmed så behöver både de direkta och de indirekta processerna ses till då man analyserar möjligheter att minska energianvändningen.

Då användningsfasen för fastigheter leder till störst miljöpåverkan för fastigheter (Blengini 2009) så är det viktigt att se hur en fastighetsägare kan minska miljöpåverkan för sin fastighet genom val av material och komponenter. Sverige har dessutom ett nationellt mål att halvera energianvändningen inom byggnadssektorn till år 2050 jämfört mot år 1990. Lokaler och bostäder står i Sverige för ca 30-35% av den totala energianvändningen, vilket står för en betydande del av utsläpp av växthusgaser för Sverige (Remazan 2012). Fönster står för en hel del av energin som fastigheten tappar. För flerbostadshus så står fönster för ca 18% av de totala värmeförlusterna (Remazan 2012).

1.2 Tidigare arbeten

Det har gjorts flera studier över miljöpåverkan för fönster. Tarantini m.fl. (Tarantini m.fl. 2011) undersökte vad för miljöpåverkan ett två-glas fönster av trä orsakade till. De miljöpåverkningskategorier som undersöktes var förurning via luft, växthuseffekt, foto-oxidants bildning, ozon nedbrytningspotential, övergödningspotential och primär energianvändning. Tarantini skriver bland annat hur de olika miljöpåverkningskategoriernas bidrag fördelar sig i de olika livsstegen för fönstret. För ökad växthuseffekt, förurning och primär energianvändning så är det största bidraget till påverkan under användningsfasen. För foto-oxidants bildning så är fördelning av utsläpp mer lika under användningsfasen, tillverkningen av glaset och underhållet av fönstret. Tarantini skriver även i slutsatsen att förbränningen av fossila bränslen för uppvärmningen av bostäder är den största faktorn för samtliga miljöpåverkningskategorierna. Därmed så är förbättrad termisk överföringspotential en viktig faktor att förbättra för att minska energiförlusterna under användningsfasen. Tarantini skriver även att det här beror bland annat på att den italienska elmixen, som används vid produktionen av fönstret och till viss grad uppvärmning av bostaden, är i stor grad beroende av förbränning av fossila bränslen.

I en artikel av Asif m.fl. (Asif m.fl. 2002) så beskrivs en LCA undersökning som gjordes för att ta reda på miljöpåverkan för olika material som används för

tillverkning av fönsterramar. Undersökningen gjordes för att ta reda på vilket material som är mest lämpligt att använda vid tillverkning av fönster för att ha så låg miljöpåverkan som möjligt. Undersökningen lägger sin tyngdpunkt i energibehovet vid framställning av materialet och vid den slutliga ihopsättningen av fönstret. Resultatet för undersökningen visar aluminiumramar kräver mest energi att framställa, följt av PVC (Polyvinylchloride) ramar. Aluminiumbeklädda träfönster och obeklädda träfönster kräver inte lika mycket energi. Asif m.fl. utförde även tester och kartläggningar för att undersöka hur snabbt de olika materialen åldrades, för att ge en inblick för livslängden för de olika fönsterramarna. Aluminiumbeklädda träfönster och aluminiumfönster visade sig ha den generella längsta livslängden på ca 47 respektive 44 år. Träfönster hade en genomsnittlig livslängd på ca 40 år och PVC-fönster ca 24 år.

Asif Muhammad (Asif 2002) har också gjort LCA undersökningar för kompletta fönster. LCA har enligt Asif utförts för ett aluminiumbeklätt två-glas fönster ur ett vagga-till-graven perspektiv. Vagga-till-graven perspektiv innebär att hela produktens livscykel undersöks, från produktion samt extraktion av råmaterial till demontering och slutskedes behandling av produkten. I Asifs arbete så inkluderas endast de primära råmaterialen och processerna för fönstret. Det vill säga produktion av glas, aluminium samt trä och även konstruktionen av själva fönstret inkluderat försegling av olika gaser för fönstret. Asifs arbete tar även upp livscykelkostnaden för fönstret samt hur fönstret påverkas av ett uteklimat under flera år. Resultatet från Asifs arbete visar att aluminiumfönster kräver mer energi vid konstruktion jämfört mot trä eller endast aluminiumbeklädda träfönster. Aluminiumfönster har även störst miljöpåverkan följt av PVC fönster, medans träfönster har lägst påverkan. Vad gäller hållbarheten och hur snabbt materialet för fönstret åldras så håller aluminium och aluminiumbeklädda fönster längre än vad träfönster och PVC fönster gör. Asif kommer även fram till att energin som krävs att aluminiumbeklädda träfönster är ca 3-21% större än om träfönstret skulle vara utan aluminiumbeklädning. Anledningen till att skillnaden i energi som krävs mellan de olika fönstren varierar mellan 3-21% är att olika gaser kräver olika mycket energi att producera och inkapsla i fönstret. En mer energikrävande gas i både aluminiumbeklädda fönster och de icke beklädda leder till en lika stor energiökning för båda fönster, därmed en lägre procentuell skillnad mellan dem.

Salazar och Sowlati har även utfört livscykelanalyser för fönster av olika material gjorda i Nordamerika. De olika ramar som undersöktes var aluminiumklädda träramar, PVC-ramar och glasfiberramar (Salazar och Sowlati 2008). LCA:n gjordes ur vagga-till-graven perspektiv och inkluderade samtliga processer för råvaruextraktionen för samtligt material till fönstren. För samtliga fönster så antogs en förväntad livslängd på 75 år. Då 15 olika kategorier av påverkan undersöktes, inkluderat påverkan av mänsklig hälsa så visar resultatet av Salazars och Sowlati LCA att inget fönster är bäst för samtliga miljöpåverkningskategorier, men PVC-fönstret hade i de flesta fall störst påverkan. PVC-fönstret använder mest icke-förnybar energi och därmed hade det högst påverkan på global uppvärmning, förorening, skada på mänsklig hälsa etc.

I en artikel av Citherlet m.fl. (Citherlet m.fl. 2000) så beskrivs en LCA som utförts för 8 olika fönster. Fönstren varierade i material, U-värde, area av glas för fönstret, gas i fönstret samt typ av byggnad som fönstret var monterat i. LCA:n utfördes för hela fönstrens livstid, från vaggatill-grav för samtliga fönster. De kategorier av miljöpåverkan som undersöktes var icke förnybar energianvändning, global uppvärmningspotential, försurningspotential och bildning av fotokemisk smog. Resultatet tyder på att mer avancerade glasningar av fönster, så som tre-glas fönster och gasfyllnad av argon istället för luft, kan leda till en större miljöpåverkan under produktionsfas och slutskedesfas. Men det påverkar inte lika mycket som nyttan de fönster har då de är monterade och minskar energiförlusterna för byggnaden. I artikeln beskrivs även att träramar generellt har en väldigt låg global uppvärmningspotential eller till och med negativ i somliga fall då skogen är odlad på optimalt sätt. Även för Citharlet så tyder det på att aluminium som material för fönsterram kräver stor energiåtgång jämfört mot andra material.

Joelsson och Wallinder har också utfört LCA för fönster (Joelsson och Wallinder 2017) I deras examensarbete så skulle renoveringsarbete utföras för ett rådhus. Hur fönstren för rådhuset skulle renoveras mest miljöeffektivt var då deras mål med arbetet. Alternativen som jämfördes i arbetet var att antingen behålla de ursprungliga två-glas fönstren, installera en isolerruta på insidan av det befintliga fönstret eller byta ut dem mot ny tre-glas fönster. I LCA:n så beräknades miljöpåverkan genom kategorierna global uppvärmningspotential, försurning och övergödning. Resultatet tyder på att isolerrutan i samtliga miljöpåverkanskategorier har lägst påverkan, medans alternativet att behålla två-glas fönstren hade högst påverkan.

1.3 Påverkan av utsläpp

1.3.1 Global uppvärmning

Global uppvärmningspotential (GWP) har sedan The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) första vetenskapliga bedömning år 1990 använts som metod för att jämföra klimatavtrycket från emissioner av olika växthusgaser (Shine m.fl.).

Mer specifikt så är GWP för specifika växthusgaser den tidsintegrerade globala medelstrålningskraften från frisättningen av 1kg av den specifika växthusgasen relativt mot en referens-växthusgas, som vanligtvis är koldioxid (CO₂) (Rowberg, 2019). GWP är ett index som används av UNFCCC (United Framework Convention on Climate Change) för att kunna mäta växthuseffektens ökning av specifika gaser. GWP är endast ett fysiskt index som inte räknar med värden som kostnad av utsläpp eller plats där utsläpp sker. Därmed kan GWP ej användas för att mäta ekonomiska eller kulturella faktorer när det gäller växthusgaspolitik.

Naturvårdsverket i Sverige tog fram olika scenarion år 2019 (Naturvårdsverket 2020) för att nå klimatverkets mål om utsläpp fram till och med 2045. Målet är att senast år 2045 ska utsläppen från verksamheter i Sverige minska med 85% jämfört mot år 1990. I scenariorna baserade för år 2019 och tidigare samt beslutade styrmedel, så bedöms utsläppen av växthusgaser år 2045 endast vara 34-37% lägre än år 1990. EU:s koldioxidkrav för nya fordon anses innebära att utsläppen på grund av inrikes

transport kommer nära målen, men mer styrning och omställning krävs för att nå hela vägen fram till målen.

1.3.2 Försurning

Global uppvärmning är inte den enda miljöpåverkan som mäts och kontrolleras. Försurning är en annan påverkan på miljön. Försurning leder till problem för somliga biologiska organismer, då de tar skada till följd av försurad miljö. Diskussion i Sverige kring försurning startade på 60-talet efter en ökad fiskdöd uppmärksammades. Försurning minskar dock även den biologiska mångfalden i skog också bland annat på grund av att giftiga metaller frigörs från mark genom försurning. Försurning sker vid utsläpp av svaveldioxid, ammoniak och kväveoxider (Värmdö gymnasium u.å. a). Utsläppen omvandlas i atmosfären till svavelsyra eller salpetersyra för att sedan falla som surt regn. I stora delar av Sverige så är jord- och bergarter svårvittrade. Vilket leder till en begränsad förmåga att motverka försurning. En vanlig åtgärd i Sverige är kalkning av sjöar och mark. Sammanlagt sedan 70-talet så har 7500 sjöar i Sverige kalkats, men ca 17 000 sjöar i Sverige är försurade i dagsläget på grund av mänsklig påverkan. Förslag på andra åtgärder som kan göras är att minska sin energianvändning och minska resande som kräver förbränning av fossila bränslen: som leder till utsläpp av svavel-, och kväveoxider (Värmdö gymnasium u.å. a).

1.3.3 Övergödning

Försurning är inte ensamt om att skada miljön i sjöar och skogar. Ett annat miljöproblem är dessutom övergödning (värmdö gymnasium u.å. b). Övergödning sker då ökade mängder av näringsämnen, så som fosfor och kväve, tillförs miljöer så som sjöar och vattendrag i högre halt än naturligt. I vatten leder det ofta till att alger och annan växtlighet ökar. När tillväxten ökar så kommer även mängden döda organismer öka. Då de döda organismerna sjunker till botten så bryts de ner av olika bakterier. En ökad aktivitet av nedbrytare leder till att syrehalten för botten minskar. Då syrehalten blir tillräckligt låg så upphör dessa bakterier att verka och svavelbakterier tar över istället. Det här leder till att sjöbotten ”dör”, vilket innebär att nästan allt liv nära botten är dött, vilket även påverkar flera fiskarter då de ofta lägger sin rom på djupa bottenar. Östersjön är en av de vattendrag som är drabbad av övergödning. Både halten av fosfor och kväve är högre än vad det borde vara för optimal biologisk mångfald.

Men även skogen drabbas av övergödning (värmdö gymnasium u.å. b). Skogsmark kan gödslas genom nedfall från luften. Nedfallet kan bestå av bland annat ammoniak från jordbruk eller kväveoxider från trafik. Övergödning i skog leder till en minskad biologisk mångfald. Konkurrenssvaga örter så som kattfot och gullviva minskar. I skogsmark så minskar även lingon och blåbärsris då smalbladiga gräs ökar.

Det är bland annat förbränning av fossila bränslen som bidrar till övergödning för mark och vatten. Vid förbränning så oxideras kväve till oxider och salpetersyra. Utsläppet av kväveoxider utgör ungefär hälften av det utsläpp som bidrar till

övergödning i Europa. Den andra hälften kommer från jordbrukets och djurhållningens utsläpp av ammoniak.

1.3.4 Fossil bränsleanvändning

Fossila bränslen är bränslen bestående av organiska kol- och väteföreningar. Uppkomsten är från växter och vattendjur som dött och ligger på botten av sjöar och hav. Då de organiska resterna utsätts för ett ökande tryck under miljontals års tid så omvandlas det till kol, olja och gas (Naturvårdsverket 2021). Vid all förbränning bildas CO₂, som sedan leder till global uppvärmning. Förbränning av de olika materialen leder dock till olika mängder utsläppt CO₂. Naturgas leder till lägst utsläpp CO₂ medans kol släpper ut mer CO₂ vid förbränning jämfört mot oljeprodukter som i sin tur släpper ut mer CO₂ vid förbränning än vad naturgas gör (Naturvårdsverket 2021)

Förbränning av fossila bränslen leder även till utsläpp av bland annat svaveldioxid, polyaromatiska kolväten, flyktiga kolväten, kväveoxider och partiklar som är miljö- och hälsoskadliga ämnen (Naturvårdsverket 2021).

1.3 Beskrivning av utfört arbete

I det här arbetet så har LCA undersökningar utförts för två olika system för förändring av fönster i befintlig byggnad som i sin tur jämförs mot ett referenssystem där ett två-glas fönster oförändrat sitter kvar i fastigheten. Systemen jämförs mot varandra genom miljöpåverkan i fyra olika kategorier: global uppvärmningspotential, försurningspotential, övergödningspotential och fossil bränsleanvändning. I samtliga system antas det att ett två-glas-fönster av trä är installerat i en bostad i Stockholm. För det första systemet så installeras en isolerruta på insidan av det befintliga fönstret för att minska värmegenomförseln genom fönstret. I det andra systemet så byts fönstret ut mot ett nytt tre-glas fönster av aluminiumbeklätt trä.

1.4 Syfte och mål

Syftet är att fastighetsägare skall få en enkel överblick hur deras val av att antingen låta sitt två-glas-fönster vara oförändrat i huset, installera en platsbyggd isolerruta på sitt 2-glas fönster eller göra ett komplett fönsterbyte till ett 3-glas fönster påverkar miljön. Detta på grund av en ökad efterfrågan från fastighetsägare för att kunna göra en komplett jämförelse vid byte av fönster.

Målet är att genom kompletta LCA-studier för de tre systemen få konkret resultat över vilket system som har minst påverkan på miljön, samt ge en bild över hur miljöpåverkan för de fyra miljöpåverkningskategorierna fördelar sig under systemens olika faser.

2 Metod

2.1 LCA metodik

LCA:n har utförts utifrån standarden 14040, som ISO (International standards Organisation) publicerade 2006 (ISO 2006). Enligt standarden så ska följande fyra steg utföras då en LCA utförs:

- 1. Goal and Scope
- 2. Inventory analysis
- 3. Impact assessment
- 4. Interpretation of result

De steg har tolkats som följande steg i svensk kontext.

- 1. Systemets omfattning
- 2. Livscykelns inventering
- 3. Livscykelns konsekvensbedömning
- 4. Tolkning av resultat

2.2 Systemens omfattning

I steget "systemets omfattning" för en LCA-studie så definieras systemet eller systemen som ska analyseras. Det talar även om till vilka som resultaten är intressanta för (Teenou 2012). Omfattningen definierar även systemavgränsningar och förklarar vad för steg och processer som inkluderas i systemen och eventuellt exkluderas. Det är även vid det här steget som funktionella enheter bestäms. Vanligtvis i LCA-undersökningar om fönster så används den funktionella enheten miljöpåverkan/m² fönster (Joelsson och Wallinder 2017) eller miljöpåverkan/fönster (Menzies 2013).

Funktionell enhet som valts för den här LCA-studien är miljöpåverkan per m² fönster,år. Fönstren har även antagits vara kvadratiska. Anledningen till att följande enhet valts är att de olika systemen för de olika systemen har olika livslängd. Därmed valdes det att undersökas per år för att få en så rättvis bedömning som möjligt. Att beräkna miljöpåverkan per år menar även Rom Marsh genom tidigare arbete att är det mest korrekta att göra gällande byggnadsmaterial eller komponenter som har olika förväntad livslängd (Rom Marsh 2017).

För den här studien så har två system valts att studeras samt ett referenssystem. I samtliga system så antas det att ett två-glas fönster av trä är insatt i en bostad i Stockholm. Därefter så skiljer sig systemen. I referenssystemet så antas det att två-glas fönstret får sitta kvar under sin livstid. I det första systemet antas det att en isolerruta installeras på insidan av det befintliga fönstret, och i det andra systemet så antas det att fönstret byts ut mot ett tre-glas fönster.

Samtliga system kommer att studeras ur ett vagga-till-graven perspektiv. Viktigt att notera är att det antas vid systemets början att två-glas fönstret redan är inbyggt, därmed är det mer korrekt att säga att systemet där tvåglasfönstret sitter kvar i

bostaden utan förändringar studeras ur ett port-till-graven perspektiv, då två-glas fönstrets produktionsfas ej är medräknat.

De här perspektiven har valts utifrån att fastighetsägare som letar efter åtgärder för sina befintliga två-glas fönster, som vid eventuella kallras eller hög energiförbrukning, har ökat sin efterfrågan på miljöaspekter kring eventuella fönsterbyten eller installation av isolerruta. Det menar Liv Bergqvist och Grundels Fönstersystem¹. En annan anledning till att produktionsfasen för två-glas fönstret ej är med i referenssystemet är att det ej är en unik process för systemet. Produktion av två-glas fönstret sker för både systemet med isolerrutan och i systemet där ett nytt tre-glas fönster installeras.

För referenssystemet med tvåglasfönstret så kommer systemet därmed börja när två-glas fönstret är på plats i byggnaden och har varit i ett antal år. Livslängden kommer därmed ej vara samma som för ett nybyggt fönster. Det här berättas det mera om i stycket ”användningsfasen. Processer för materialutvinning och produktion av fönstret är därmed utanför systemgränserna som tidigare förklarat. Systemgränserna inkluderar därmed användningsskedet för fönstret samt hantering av fönstret då det demonteras vid slutet av sin livstid. Systemet beskrivs i figur 1. I slutskedesfasen för samtliga system så antas det att träet skickas till förbränning där energi kan tas om hand mot att utsläpp från förbränningen sker. Metaller, glas samt farligt avfall går istället till deponi. Känslighetsanalys utförs även för om metaller återvinns istället för att gå till deponi.

¹ Liv Bergqvist utvecklingsingenjör Grundelsfönstersystem, videosamtal mars 2021

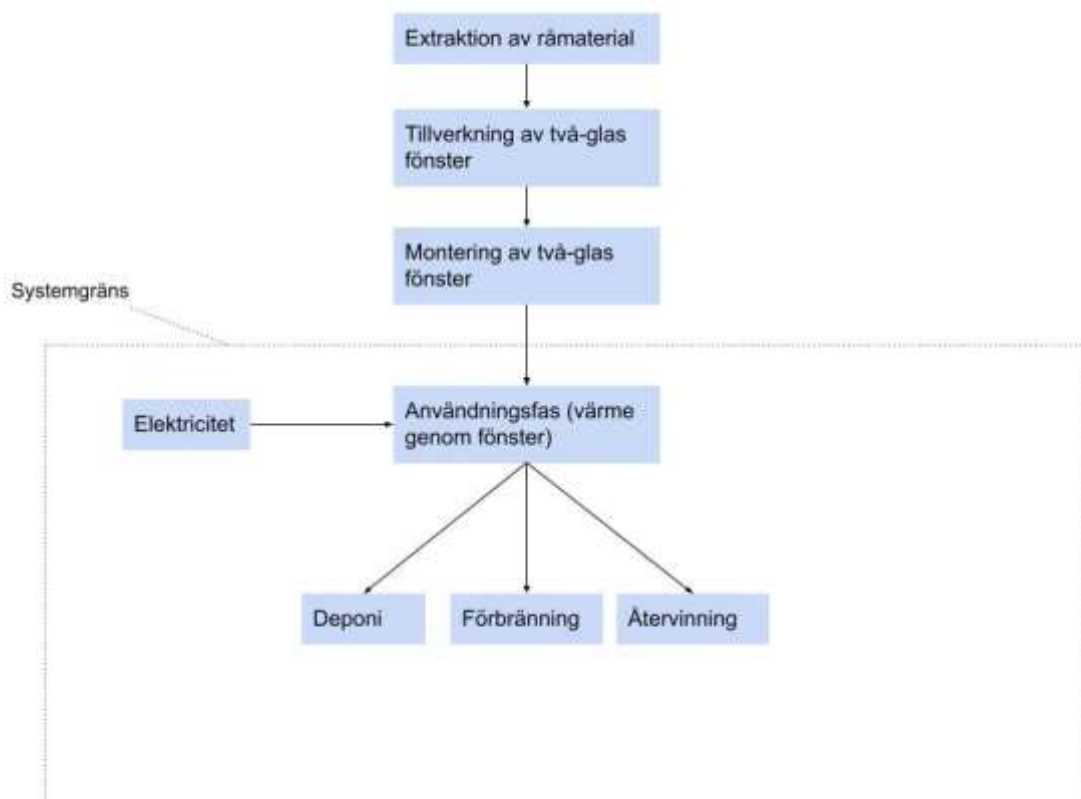


Fig. 1. Systemgränser och processer för systemet där två-glas fönstret är kvar i bostaden oförändrad

De två systemen som analyserats, isolerrutan och det nya tre-glas fönstret inkluderar råvaruutvinning för materialet och konstruktionsprocessen för produkten i systemgränserna då de är processer som endast sker för de enskilda systemen. Sedan inkluderas även användningsfasen och slutstegsfasen i de två systemen. För systemen med isolerrutan och det nya tre-glas fönstrets slutfas så behandlas även två-glas fönstrets slutskedesfas då slutstegsfas av det gamla två-glas fönstret sker oberoende av system. Systemgränserna för systemet med isolerrutan beskrivs i figur 2 och systemet med det nya tre-glas fönstret beskrivs i figur 3.

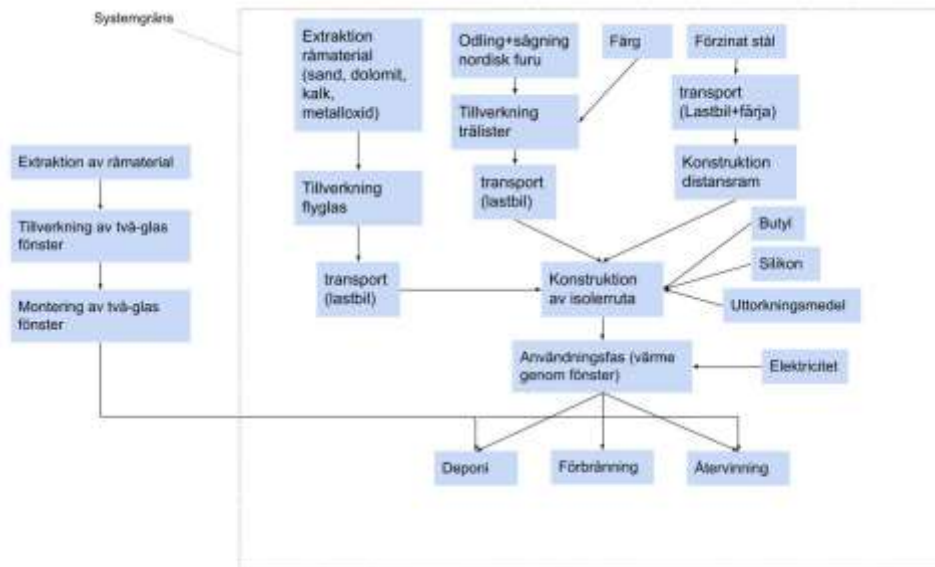


Fig. 2. Systemgränser och processer för systemet där isolerruta monteras på insidan av det befintligt två-glas fönster

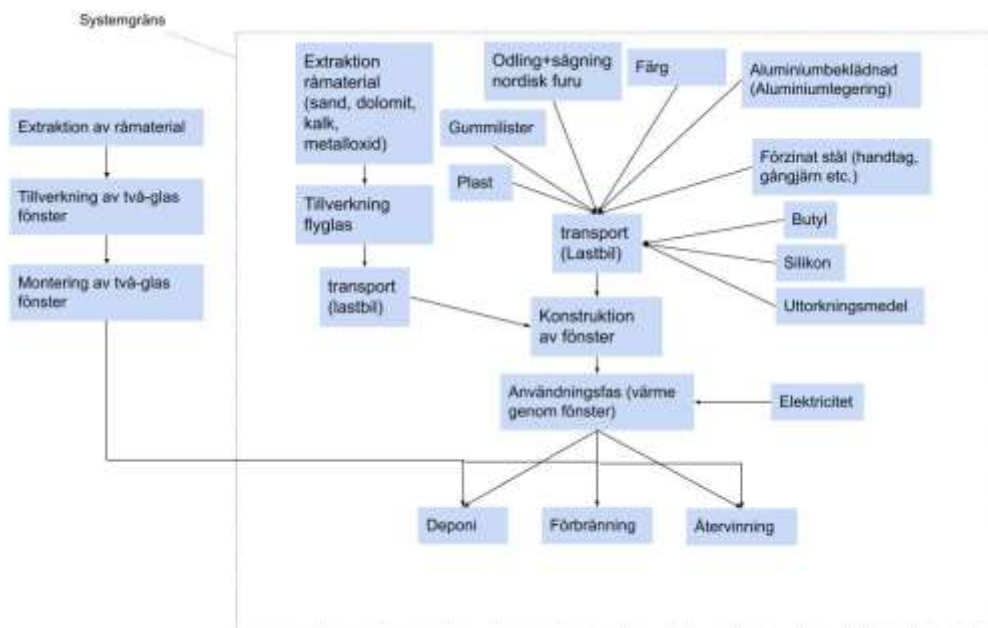


Fig. 3. Systemgränser och processer för systemet där två-glas fönstret byts ut mot ett nytt tre-glas fönster

LCA-undersökningen görs så att fastighetsägare har möjlighet att se hur deras val av hantering av sina gamla fönster påverkar miljön. Undersökningen kan även vara till nytta för tillverkare av isolerruta eller tillverkare av tre-glas fönster då de får en inblick i vad för miljöpåverkan som är störst för deras produkt och var i produktens livscykel som påverkan är störst, så att det är lättare att fokusera på område för utveckling för produkten.

2.3 Livscykelinventering

För inventeringsanalys så byggs en modell upp för systemet som innehåller det som omfattningen innehåller. Inventeringen innehåller samtliga inputs, outputs som behövs för systemets olika steg och processer. Inputs är bland annat material som behövs vid produktion eller energi som krävs vid uppvärmning av fastigheten. Outputs är då istället vad som går ut från processer så som en färdig produkt, komponent eller utsläpp i form av koldioxid, svaveldioxid eller liknande. Inventeringsdatan beror på vilka miljöpåverkanskanskategorier som valts att studeras. Material-, och energiflöden beror på vilka processer som är inkluderade av systemgränserna, samt vilket perspektiv som valts att studeras, exempelvis vaggatill-grav eller vaggatill-port.

Inventeringsanalysen för arbetet har delats upp i tre faser. Tillverkningsfasen, användningsfasen och en slutskedesfas. Tillverkningsfasen inkluderar tillverkningen av produkten, utvinning av råmaterial och transport av råvaror, komponenter och den färdiga produkten. För användningsfasen beräknas värmen som förs genom fönstret under dess livstid. Under slutskedesfasen inkluderas de processer som sker efter fönstret demonterats från bostaden, vilket är förbränning, deponi eller återvinning vid utförandet av känslighetsanalysen. I inventeringsanalysen så finns därmed ingen information om miljöpåverkan kring processer eller material. Det kan läsas om i stycket "Livscykelns konsekvensbedömning".

Elektriciteten som används för produktion i Sverige antas i den här rapporten vara svensk elmix. Även elektriciteten som används vid uppvärmning av bostaden antas vara svensk elmix.

Transport som sker via väg, för samtligt material antas för det här arbetet ske med 16-32 tons lastbil. För det här arbetet antas det att lastbilen har en medelast på 16 ton. Transporter tillbaka efter leverans exkluderas då det inte anses vara en väsentlig del av systemens livscykler.

Då fönstrets, i referenssystemet, produktionsfas ej ansågs vara systemunikt så ingår ej någon miljöpåverkan från tillverkning, utvinning av råmaterial eller transport i referenssystemet.

Massan trä, glas, stål och aluminium som antas finnas i det nuvarande två-glas fönstret hämtas från Weir och Muneers undersökning (Weir och Muneer 1998) om två-glas fönster. Då farligt avfall inte tas upp i Weir och Muneers arbete så antas det att massan farligt avfall som finns i fönsterkonstruktionen är två tredjedelar så stor av massan farligt avfall som finns för tre-glas fönstret. Materialmassa som behövs för tre-glas fönster kan ses i stycke "produktionsfas tre-glas fönster". Materialmassa för två-glas fönster kan ses i tabell 1.

Tabell 1. Materialinnehåll två-glas fönster

Material	Värde	Enhet
Glas	14,72	Kg/m ² fönster
Trä	17,32	Kg/m ² fönster
Aluminium	2,51	Kg/m ² fönster
Stål	0,26	Kg/m ² fönster
Farligt avfall	1,45	Kg/m ² fönster

2.3.1 Tillverkningsfasen isolerruta

För det första systemet så skall en isolerruta tillverkas. Isolerrutan som valts att analyseras i det här arbetet är en lågenergi isolerruta från Grundels Fönstersystem. Information om material och processer som är nödvändigt för byggnation av isolerrutan har fått från Grundels Fönstersystem genom mejlkontakt och videosamtal, samt från tidigare undersökning av Joelsson och Wallinder (Joelsson och Wallinder 2017).

För att montera en isolerruta på det befintliga fönstret så krävs några komponenter för systemet. Förutom glaset så krävs det också en distansram av förzinkat stål som monteras på det befintliga fönstret. En fästmassa av butyl kan sedan fästa glaserutan på distansramen. Sedan förseglas rutan ännu utifrån med silikon för att försäkra tätheten och installationen kläs slutligen in med lister, vanligtvis av trä (Grundels fönstersystem u.å)

Glaset som används varierar beroende på kund. Grundels kan montera vanligt klart flytglas, brandglas, härdat glas med mera av olika tjocklekar från 4mm till 12mm. Men enligt Grundels² så är det vanligaste glaset 4mm energiglas. Glaset köps in och transporteras från Belgien till Grundels fabrik i Oxelösund. Transport har antagits ske med lastbil. Med hjälp av Google Maps har distansen uppskattats vara ca 1570 km. Massan glas som behövs per m² fönster varierar beroende på arean glas på det befintliga fönstret. Det befintliga fönstret har ca 75% av sin yta av glas (Weir och Muneer 1998), därmed krävs det en ca 0,75 m² glaseruta för isolerrutan. Grundels har även meddelat att ca 10% av glaset blir spill vid tillverkning av deras produkt.

Enligt EPD:n (Environmental Product Declaration) för glaset (INIES 2016) och enligt Joelsson och Wallinder (Joelsson och Wallinder 2017) så tillverkas glaset genom flytglasmetod. Glasets EPD beskrivs noggrannare i stycket ”Livscykelns konsekvensbedömning”. Tillverkningen av flytglas går till så att glasmassan som vanligtvis består mestadels av sand, kalk och soda hettas upp till ca 1100 C. Sedan hålls glasmassan ut på en bädd av flytande tenn. Med den här metoden blir glaset så pass plant att det inte behöver slipas efteråt. Efter glaset är plant så kyls massan ned. Kylningsprocessen bör ske långsamt så att inga spänningar i glaset sker som kan leda till att glaset inte blir plant, det blir ömtåligare, ljusegenskaper varierar över glasytan

² Liv Bergqvist utvecklingsingenjör Grundels Fönstersystem, mejl 8 mars 2021

etc. I fallet för lågenergirutan för den här rapporten tillsätts även tennoxid som ger glaset en lägre emittansfaktor (Glass academy 2016).

För att montera glaset på det befintliga fönstret så krävs det även en så kallad distansram. Ramen är enligt grundels gjort av förzinkat stål som köps in och transporteras från Danmark till Grundels fabrik i Oxelösund. Transporten har uppskattats till 594 km lastbilstransport och 173 km båttransport. Grundels har angett att massan stål som går åt är ca 94g/m ram. Längden ram som går åt beror på dimensionerna på fönstret. För det här arbetet har det antagits att fönstret är kvadratisk, det vill säga fönstret har samma höjd och bredd. Distansramen antas ha samma omkrets som glasskivan som används. Grundels har angett att det blir ca 5% spill av stål vid deras tillverkning av distansramen.

För att klä in installationen så har Grundels meddelat³ att de kan klä in installationen med lister av både trä och aluminium, men att trä är det vanligaste. Därmed så antas det för det här arbetet att installationen kläs in med täcklister av trä. Trälisterna tillverkas i Sverige. Enligt produktdeklaration för Grundels isolerruta ur Joelssons och Wallinders undersökning (Joelsson och Wallinder 2017) så består ca 1,7% av totalmassan av dekorlisterna.

I undersökningen av Joelsson och Wallinder så skrivs det även att ca 0,1% av den slutliga produktens massa är vattenlöslig täckfärg. Då färgtillverkare inte omnämns så antas det att färgen tillverkas i Nykvarn, då Joelsson och Wallinder (Joelsson och Wallinder 2017) antog det för vit färg som används. Färgen antas transporteras från Nykvarn till Malung där dekorlisterna tillverkas, för att sedan transporteras direkt till kunden i Stockholm. Transporten av färg har uppskattats vara ca 300km med lastbil och transporten för trälisterna har sedan uppskattats vara ca 375km med lastbil. Grundels fönstersystem har angett att det blir ca 10% spill av dekorlister vid transport och installationsprocessen. Spill kan komma ifrån bland annat skador vid transport eller felsågningar med mera.

Butyl används för att fästa glaset vid distansramen. Transport antas ske från Åkersund till Grundels fabrik i Oxelösund, och distansen har uppskattats till ca 142 km lastbilstransport. Enligt produktdeklaration över Grundels isolerruta från Joelsson och Wallinders tidigare arbete (Joelsson och Wallinder 2017) så är ca 0,2% av totalmassan butyl.

Det används även uttorkningsmedel vid installation av isolerrutan. Grundels har angivit att det behövs ca 22,5g/m distansram. Uttorkningsmedlet köps in och transporteras från Höganäs till Oxelösund och har uppskattats till 474 km lastbilstransport.

Som tätningsmedel använder Grundels sig av silikon. Grundels anger att det behövs ca 1l per 8m distansram. Silikonet antas ha densiteten 2,33 kg/l utifrån information från Gelson Luz (Luz Gelson 2021) Silikonet köps in från, och transporteras från samma tillverkare som för butylen. Transport antas därmed ske likadant som för

³ Liv Bergqvist utvecklingsingenjör Grundelsfönstersystem, videosamtal mars 2021

butylen. Då miljödata för den exakta typen av silikon saknas så används generell data för silikon tillverkad i Europa istället. Hur datan tagits fram kan läsas om i stycket ”livscykeln konsekvensbedömning”

Vid Grundels fabrik så skärs mer exakta glasrutor ut från de större glasrutorna som de beställs samt så monteras ramen ihop som den ska. Det här är en av orsakerna till det 10% spill av glas som tidigare nämndes. Det här är processer som kräver energi i form av elektricitet. Exakt data för dessa processer saknas. Därmed så används data från tidigare arbete av Teenou (Yousef Teenou, R. 2012). Teenou skriver att det krävdes ca 6,77 MJ/glasenhet till fönster vid tillverkning av ett tre-glas fönster. Det inkluderar utskärning av glaset, tvättning, fyllande av gas samt ihopmontering. För isolerrutans del så är det endast utskärning och tvättning som sker på samma sätt som vid tillverkning av en glaset för ett fönster. Men rutan måste även värmas upp vid montering på det befintliga fönstret, därmed åtgår det även elektricitet vid montering av rutan. Med det i åtanke så antas det att energin som krävs för glasets del vid montering av en isolerruta är en tredjedel av energin som åtgår vid produktion av en trippelglasad glaset. Det för att det endast är en ruta istället för tre. Energin som går åt för glasets del är därmed ca 2,26 MJ/glasruta, vilket motsvarar ca 0,63 kWh. Då fönstret som Teenou skriver om hade arean 2,145 m² så behövs ca 1,05 MJ/m² glasruta eller ca 0,29 kWh/m² glasruta.

I en LCA undersökning av Asif (Asif 2002) så beskrivs processen för tillverkning av ett aluminiumbeklätt tre-glas fönster och dess komponenter. En av processerna är utskärning och montering av aluminiumprofilen för fönstret. I Grundels fall är det förzinkat stål som skärs och monteras ihop till en ram, men det antas för det här arbetet att energin som går åt är likvärdig. I Asifs undersökning så åtgår det 2,36 MJ för att skära till aluminiumprofilen, vilket motsvarar ca 0,66 kWh

I tabell 2 så visas summerad lista på material och energi som åtgår för produktion och installation av en kvadratmeter isolerruta. Information om transporter som antas ske kan ses i tabell 3.

Tabell 2. Materialåtgång för isolerruta

Material	Värde	Enhet	Kommentar
Förzinkat stål	0,30	Kg/m ² fönster	Inkl. Spill
Glas	8,26	Kg/m ² fönster	Inkl. Spill
Uttorkningsmedel	0,06	Kg/m ² fönster	
Silikon	0,22	Kg/m ² fönster	
Butyl	0,02	Kg/m ² fönster	
Nordisk furu	0,15	Kg/m ² fönster	Inkl.spill
Färg	0,01	Kg/m ² fönster	
Konstruktion	0,95	kWh/m ² fönster	Glas+distansram

Tabell 3. Transporter för Isolerruta

Vad som transporterats	Distans (km)	Transportmedel
Tillverkad isolerruta	116	Lastbil
Förzinkat stål	594	Lastbil
Förzinkat stål	173	Färja
Glas	1570	Lastbil
Trälister	375	Lastbil
Silikon+Butyl	142	Lastbil
Färg	300	Lastbil
Uttorkningsmedel	474	Lastbil

2.3.2 Tillverkningsfasen för tre-glas-fönster

Materialet som krävs för 3-glas fönstret har hämtats från byggvarudeklaration för ett aluminiumbeklätt, öppningsbart sidohängt fönster från Elitfönster. Byggvarudeklarationen kan ses i appendix 1. Byggvarudeklarationen anger att fönstret har dimensionerna 1230 x 1480 mm och därmed en area 1,82 m². Massan på materialet som används för produkten delades därmed med 1,82 för att få massa material per m² fönster. Det ansågs rimligt fastän fönstret ej är kvadratisk. Massan för hela fönstret anges vara 69,42 kg i produktdeklarationen, sedan är massorna för vardera material angett som massprocent av produkten. Produktionen av fönstret antas göras i Elitfönsters produktionsenhet i Vetlanda. Det byggda fönstret transporteras sedan till Stockholm. Distansen har uppskattats vara ca 343 km lastbilstransport

Då det är energiglas som används för fönstret och glastillverkare ej är definierad så antas samma glas och glastillverkare som för isolerrutan. Transportsträckan blir däremot ca 1300 km lastbilstransport. Enligt undersökningen av Asif (Asif 2002) så går ca 5,5% av glaset till spill vid produktion av tre-glas fönster, samma antagande görs i den här analysen.

Aluminiumkomponent som nämns i byggvarudeklarationen antas primärt vara beklädnaden för träramen. I tidigare arbete av Asif (Asif 2002) beskrivs processen som krävs för behandling av aluminiumet som används för aluminiumbeklädda fönster. Den aluminiumlegering som Asif beskriver är aluminium 6063, en så kallad arkitektonisk legering (Aluminium4u u.å.). Enligt Alupart (Alupart u.å) så är aluminium 6063 även en anodiserad aluminium, det vill säga ett aluminium med en elektrokemisk ytbehandling som ökar det naturliga oxidskiktet och därmed ger aluminiumet en mer hållbar yta (Alumeco u.å) . I Asifs tidigare arbete tas dock inte övergödningspotentialen för legeringen upp, därmed så antas en annan legering som används för beklädnad av bland annat väggar (European Aluminum 2017) så att samtliga miljödata som behövs finns för en och samma legering. Det är också en anodiserad och arkitektonisk legering. För den här rapporten antas det att beklädnaden har tjockleken 1,5 mm och att anodiseringen har tjockleken 10 mikrometer. Då det enda smältverket i Sverige finns i Sundsvall (Svenskt aluminium u.å) för aluminium antas transporten ske från Sundsvall till Vetlanda med lastbil, en

sträcka som uppskattats till ca 714 km. Enligt Asif (Asif 2002) så går ca 8% av aluminiumet i spill vid produktion av tre-glas fönster. Samma antagande görs för det här arbetet. Det antas även att allt spill går till deponi förutom i känslighetsanalysen då det istället återvinns.

Fog och tätningsmassan som används har antagits vara samma silikon som används för isolerrutan. Transporten uppskattas till ca 370 km.

Stålkomponenterna för fönstret, så som gångjärn och beslag, antas vara likvärdigt det förzinkade stålet som används till isolerrutan. Dock så antas det att produktion och transport av stålkomponenterna sker i Uppsala enligt Joelsson och Wallinder (Joelsson och Wallinder 2017). Transportsträckan uppskattas därmed vara ca 714 km.

Furun som används till träramen så är från norden. Samma miljödata antas som för den nordiska furun för isolerrutan. Exakta transporter för furun finns inte dokumenterade. För det här arbetet antas en transportsträcka på 500 km för furun. Det motsvarar en sträcka som motsvarar sträcka från Elitfönsters produktionsenhet i Vetlanda till centrala delar av Sverige. I tidigare arbete av Asif (Asif 2002) går ca 40% av träet i spill vid produktion av tre-glas fönster. Samma antagande görs för det här arbetet.

Färgen som används antas vara samma som för isolerrutan. Transportsträckan uppskattas därmed till ca 320 km.

Gummit som används antas vara syntetisk och tillverkas i Uppsala. Det antas eftersom Joelsson och Wallinder även gjorde samma antagande i tidigare arbete (Joelsson och Wallinder 2017). Transportsträckan uppskattas därmed till ca 714 km.

Plasten som används antas vara tillverkad i Uppsala likt Joelsson och Wallinders antaganden (Joelsson och Wallinder 2017). Därmed så är transportsträckan samma som för stålet och för gummit. Plasten antas vara av typen PVC.

Uttorkningsmedlet som används antas vara samma som det som används för isolerrutan. Transportsträckan har uppskattats till ca 248 km.

Då glaset tillverkas så går det åt energi för att såga till glaset, tvätta det och sedan konstruera ihop det och fylla det med gas. I Teenous avhandling (Teenou 2012) skriver Teenou att det krävdes ca 6,77 MJ/glasenhet vid tillverkning av tre-glas fönstrets glaset. Det inkluderar utskärning av glaset, tvättning, fyllande av gas samt ihopmontering. Samma energi antas det krävas för glaspartiet för det här fönstret, men anpassat för en kvadratmeter fönster, därmed ca 3,16 MJ/m² fönster.

Det går även åt energi att konstruera karmen och ramen som krävs för fönstret. Enligt Teenou så går det åt 16,9 MJ respektive 16,3 MJ för tillverkning av ram och karm. Samma antas gå åt för den här rapporten, men anpassat för en kvadratmeter fönster.

I tabell 4 så visas en sammanställd lista på material och energi som behövs för att konstruera en kvadratmeter 3-glas fönster. Massorna material inkluderar spill som

tidigare har nämnts. Sammanfattning av transporter som antagits krävas för tre-glas fönstret kan ses i tabell 5.

Tabell 4. Materialåtgång för tre-glas fönster

Material	Värde	Enhet
Glas	23,78	kg/m ² fönster
Aluminium	2,01	kg/m ² fönster
Stål	0,26	kg/m ² fönster
Silikon/fogmassa	0,61	kg/m ² fönster
Nordisk furu	12,42	kg/m ² fönster
Färg	1,14	kg/m ² fönster
Gummi	1,17	kg/m ² fönster
Plast	0,17	kg/m ² fönster
Uttorkningsmedel	0,11	kg/m ² fönster
Produktion glaset	2,42	kWh/m ² fönster
Produktion ram och karm	11,86	kWh/m ² fönster

Tabell 5. Sammanfattning för transporter för tre-glas fönster

Vad som transporterats	Distans (km)	Transportmedel
Färdigbyggt fönster	343	Lastbil
Glas	1300	Lastbil
Aluminium+gummi+plast+stål	714	Lastbil
Trä	600	Lastbil
Färg	320	Lastbil
Silikon	370	Lastbil
Uttorkningsmedel	248	Lastbil

2.3.3 Användningsfasen

Under användningsfasen av fönstren så är det värmeenergin som går ut ur byggnaden genom fönstren som beräknas. Värmeenergin som går ut ur fönstren beräknas genom (1) (Engineer-Educators u.å). Fönstren har dock olika livslängd. Enligt Grundels Fönstersystem⁴ så beror livslängden på deras produkt på det nuvarande fönstrets livslängd. Därmed antas samma livslängd för det nuvarande fönstret som för isolerrutan. Den livslängden antas vara 30 år. Det är enligt Grundels ett rimligt antagande för vad livslängden på deras kunders fönster vanligtvis antas vara och det är även ett antagande som Joelsson och Wallinder gjort i tidigare arbete (Joelsson och Wallinder 2017). Det betyder att fönstret har varit insatt i fastigheten i ca 10 års tid om man följer Asif m.fl. medellivslängd för träfönster på ca 40 år (Asif m.fl. 2002). Livslängden för tre-glas fönstret har antagits till 50 år, då ingen genomsnittlig livslängd har angetts för produkten. Det är antagande som även Joelsson och Wallinder har gjort. I avhandlingen av Asif (Asif 2002) så sammanställs olika undersökningar för livslängd för olika fönster. För aluminiumklädda träfönster var

⁴ Liv Bergqvist utvecklingsingenjör Grundelsfönstersystem, videosamtal mars 2021

sammanställdes medellivslängden till 47 år, därmed verkar 50 år vara ett rimligt antagande.

$$\dot{Q} = U * A * (T_{inne} - T_{ute}) \quad (1)$$

$\dot{Q}$ är värmeenergin som transmitteras genom fönstret i enheten Watt. U är U-värdet för fönstret i enheten W/(m²*K). A är arean för fönstret i enheten m². T_{inne} är inomhustemperaturen som antagits för det här arbetet vara 21°C året om. T_{ute} är utomhustemperaturen. Temperaturdata har använts för Stockholm år 2017. Temperaturdata som använts var medeltemperaturen per timme. Ekvation (1) utförs därmed för varje timme under året och summeras för att få den årliga värmegenomförseln genom fönstret. Då den årliga värmegenomförseln beräknas multipliceras den med antalet år som fönstrets förväntade livstid är.

För att motverka värmeförlusten så antas det att bostaden värms upp med hjälp av elvärme. Elvärme är den vanligaste uppvärmningsmetoden för enskilda hushåll (Energimyndigheten 2019). Det inkluderar både värmeelement och värmepumpar. För den här rapporten antas det att bostaden värms upp av ett eldrivet värmeelement med verkningsgraden 1. Därmed är elektricitet som behövs för uppvärmning samma som värmegenomgången genom fönstret som beräknades genom (1).

Under vissa delar av året så är det varmare ute än inne. I dessa fall så transmitteras värme in till bostaden istället för motsatsen. Det betyder att bostaden behöver kylas för att motverka värmetransmittansen. För det här arbetet så antas det att fönstret är öppningsbart, och därmed så motverkas värmeförlusten genom fönstret genom att öppna fönstret och tillföra naturlig ventilation. Därmed så behöver ingen övrig kylkälla tillföras. Då temperaturen ute är varmare än inne så leder (1) till en negativ värmeenergi. Då värmeenergin har blivit negativ så har den ej beaktats i beräkningarna för värmebehov.

U-värdet för 3-glas fönstret är enligt produktinformationen från Elitfönster utan tillval 1,1 W/m²,K. U-värdet för Grundels isolerruta varierar beroende på det ursprungliga fönstrets U-värde. Grundels har angett att om det nuvarande fönstrets U-värde är 2,8 W/m² så blir det nya U-värdet för fönstret efter installation av rutan 1,3 W/m². Därmed så antas det att det nuvarande fönstret har U-värdet 2,8 W/m² och fönstret med isolerruta har U-värdet 1,3 W/m². Enligt Tarantini (Tarantini m.fl. 2011) så kan ett två-glas fönsters U-värde från 1,4 [W/m², K] till 3,9 [W/m², K], beroende på typ av glas och typ av gasfyllning. Ett antagande på 2,8 [W/m², K] är därmed ett antagande som faller innanför de ramarna.

2.3.4 Slutskedesfas

Efter fönstrens livstid så demonteras de från bostaden. Det antas att metaller, glas och farligt avfall går till deponi, medans träet i karm, ram och lister går till förbränning.

Fönsterglas är något som vanligtvis sorteras som farligt avfall då glaset kan innehålla PCB (polychlorinatedbiphenyl), vilket gör att glaset inte kan gå till återvinning (Stockholm vatten och avfall 2021). Därmed förs fönsterglas till deponi

(Stockholm vatten och avfall 2021, Joelsson och Wallinder 2017). Då glaset vanligtvis går till deponi så antas det att samtligt fönsterglas går till deponi.

Metallerna är det vanligare att går till återvinning. I stycket ”tolkning av resultat” förklaras det hur känslighetsanalys för metallernas slutskedesfas utförs. Miljödata för slutskedesfasen för metallerna hämtas från vardera metalls EPD som beskrivs tydligare i stycket ”livscykelns konsekvensbedömning”. Fönsterramar av trä ska sorteras som träavfall som går till incinerering enligt SÖRAB (SÖRAB u.å.). Det farliga avfallet, så som silikon och fogmassa ska om möjligt sorteras som farligt avfall enligt Stockholm vatten och avfall (Stockholm vatten och avfall 2021). Farligt avfall kan bland annat incineras eller gå till deponi. För den här rapporten antas det att det farliga avfallet går till deponi.

I slutskedesfasen för två-glas fönstersystemet antas det att det material som fönstret angetts bestå av, se tabell 1 gå till slutskedesfasen. För isolerrutans system så antas det att allt material som behövdes för isolerrutan, som kan ses i tabell 2 samt allt material som två-glas fönstret antas bestå av går till slutskedesfasen. För tre-glas fönstrets system antas samtligt material angivet i tabell 4 gå till slutskedesfas samt materialet som två-glas fönstret antas bestå av.

2.3 Livscykelns konsekvensbedömning

Konsekvensbedömningen gör om datan i inventeringen till miljöpåverkan för olika kategorier, exempelvis global uppvärmning, resurs utarmning, mänsklig toxicitet m.fl. Det här steget är till för att lägga värden på hurdan påverkan produkter eller system har för minst en miljöpåverkanskategori. Resultatet för vardera miljöpåverkansveranskategori kan sedan normaliseras eller vägas mot varandra för att jämföra den totala miljöpåverkan mellan två produkter eller system.

De miljökonsekvenser som valts att analyseras är global uppvärmningspotential, försurningspotential för mark och vatten, övergödning och användning av fossila bränslen.

Global uppvärmning är en indikator för utsläppen av växthusgaser till luften. Det mäts i CO₂ ekvivalenter (CO₂-eq). Försurningspotential indikerar utsläpp av gaser som kväveoxider och svaveloxider som fursurar mark och vatten. Det mäts i svaveldioxidekvivalenter (SO₂-eq). Övergödning indikerar hur mycket näringsrika ämnen som tillförs vattenbundna ekosystem på grund av utsläpp av fosfor eller kvävebundna ämnen. Övergödning mäts i enheten fosfatjonsekvivalenter (PO₄³⁻-eq). Användning av fossila bränslen mäts i enheten MJ.

Miljödata för glaset har hämtats från INIES databas (INIES 2016) för produkten ”AGC Stopsol-sunergy Planibel Low-E V1.2. Från EPD:n i INIES databas hämtades data för tillverkningsfasen och materialextraktionen som behövs för glaset. Det är ej det exakta glaset som används, men det är ett 4mm tjockt energiglas som tillverkas i Europa, vilket överensstämmer med glaset som används för isolerrutan.

Då miljödata saknas för det exakta förzinkade stålet så har miljödata för förzinkad stål använts utifrån EPD för europeiskt medel för ”Batch hot dip Galvanizing of steel

products” (Nordic galvanizers u.å.). Det har antagits vara nära likvärdigt då stålet som används till isolerrutan också är förzinkat stål som är tillverkat i Europa.

Miljödata för det anodiserade aluminiumet hämtas från EPD:n för det annodiserade aluminiumet som nämndes stycket ”tillverkningsfasen för tre-glas fönstret” (European Aluminum 2017).

Då uttorkningsmedlet som används primärt är gjort utav zeolite och data för uttorkningsmedel saknas i Ecoinvents databaser så används istället EPD för tillverkning av zeolite för miljödata för uttorkningsmedlet (Seo m.fl. 2019)

Den fossila bränsleanvändningen för lastbil uttryckt i MJ beräknades med hjälp av (2)

$$AFFD = \frac{HV*FC}{m_{tot}} * m_{mat} \quad (2)$$

AFFD (Abiotic Fossil Fuel Depletion) är den mängd energi från fossila bränslen som åtgår vid transport av lastbil för att frakta en specifik massa material. AFFD för transport är uttryckt i enheten MJ/kg, km. HV (Heating value) är värmevärdet i diesel. Enligt (EngineeringToolBox, 2003) så är nettovärmevärdet för dieselbränslen ca 36 MJ/l. FC (Fuel Consumption) är en lastbils generella bränsleåtgång, som för den här rapporten har antagits vara diesel. Enligt Webfleet solutions så är en lastbils generella bränsleåtgång ca 0,35 l/km (Webfleet solutions 2020). m_{tot} är totalmassan som lastbilen fraktar, vilket antagits för det här arbetet vara konstant 16 ton. m_{mat} är massan för det specifika material som transporteras uttryckt i samma viktenhet som m_{tot} .

Miljödata för övriga material som nämnts i rapporten, svensk elmix, processer vid slutskedesfasen och transport via vatten så har hämtats med hjälp av mjukvaran SimaPro (PRè Consultants 2014) från Ecoinvent V.3.1 databaser (Swiss centre for Life Cycle Inventories 2014) Miljödatan från Ecoinvents databaser är framtagna genom CML-IA metod.

CML-IA är en av de europeiska metoderna som SimaPro har som möjlighet att använda för värdering av miljöpåverkan. En grupp forskare från CML (Centre of Environmental Science of Leiden University) föreslog, år 2001, ett antal påverkans kategorier och konsekvensbedömningsmetoder. Dessa implementerades sedan som CML-IA metodiken (SimaPro Database manual 2020).

För LCA-studier så kan fyra olika steg av tolkning av resultat utföras. Två av dem är obligatoriska och två av dem är valbara. De två obligatoriska är val av miljöpåverkanskategori samt karakterisering av kategorierna. De två obligatoriska tolkningsmöjligheterna är normalisering av resultaten och viktning av resultaten så de olika påverkningskategoriernas påverkan kan adderas för de olika systemen och den totala miljöpåverkan för vardera system får ett slutligt resultat. För det här arbetet så har samtliga fyra steg av tolkning utförts.

Samtlig miljödata för material, transport och elektricitet kan ses i appendix 2.

2.3.1 Normalisering

Då de olika miljöpåverkningskategorierna mäts i olika enheter så kan inte resultaten mellan miljöpåverkningskategorierna jämföras mot varandra. För att kunna beräkna relativa betydelsen för varje miljöpåverkanskategori, så att de går att jämföra mot varandra, så utförs normalisering av samtliga miljöpåverkningskategorier.

Normalisering utförs så att varje enskild miljöpåverkanskategori divideras med ett referensvärde. Referensvärdet kan t.ex. vara medelutsläppet per person och år eller per region och år (Ponsioen 2014). Referensvärdet måste vara samma för varje påverkanskategori. Utsläppet av CO₂-eq för systemet i fråga divideras med det årliga utsläppet CO₂-eq per person, systemets utsläpp av SO₂-eq divideras med det årliga utsläppet av SO₂-eq per person o.s.v. Då utsläppen divideras med referensvärdet så blir de nu enhetslösa. Det gör så att de olika miljöpåverkanskategorierna nu kan jämföras mot varandra, för att se för vilken miljöpåverkanskategori som påverkan är störst jämfört mot generellt utsläpp per person eller region.

Referensvärdet som använts för normalisering av utsläppen för det här arbetet har hämtats ifrån CML-IA. Referensvärdet är det årliga utsläppet för Europa. Referensvärdena för vardera miljöpåverkanskategori kan ses i tabell 6

Tabell 6. Normaliseringsfaktorer, genomsnittligt utsläpp i Europa

Påverkanskategori	Normaliseringsfaktor
Global uppvärmning [kg CO ₂ -eq/år]	5,21*10 ¹²
Försurning [kg SO ₂ -eq/år]	1,68*10 ¹⁰
Övergödning [kg PO ₄ ³⁻ -eq/år]	1,85*10 ¹⁰
Fossil bränsleförbrukning [MJ/år]	3,51*10 ¹³

2.3.2 Viktning av resultat

Då vissa miljöpåverkanskategorier ibland klassas som att ha högre betydelse är andra kategorier så kan kategorierna viktas. Viktning sker också för att slå ihop de olika miljöpåverkanskategorierna för att generera ett enda slutresultat. För att vikta kategorier enligt relevans så kan bland annat experters åsikter eller regeringsbeslut användas. Då ingen miljöpåverkanskategori har ansetts mer eller mindre relevant i det här arbetet så viktas ej resultatet utifrån det.

Det normaliserade resultaten viktas i det här arbetet för att få ett slutligt, singulert resultat för vardera system. Resultatet tas fram med hjälp av (3) (Mohammadi 2020)

$$\text{Slutresultat} = \sum N_{mp} * W_{mp} \quad (3)$$

N_{mp} är det normaliserade värdet för en miljöpåverkanskategori och W_{mp} är viktningsfaktorn för samma miljöpåverkanskategori.

Slutresultatet är därmed summan vardera miljöpåverkanskategoris produkt för normaliserat värde och viktningsfaktor. Då ingen miljöpåverkanskategori antagits vara mer eller mindre relevant så antas samma viktningsfaktor för samtliga miljöpåverkningskategorier, 1.

2.4 Tolkning av resultat

Tolkningen är det sista steget av en LCA studie. I det här steget så analyseras resultatet. I tolkningssteget så analyseras även detaljer från tidigare steg så som data, antaganden och inventeringen. Det här steget ger syn på om resultatet svarar på om målet med LCA undersökningen har uppnåts. Det är även viktigt att undersöka osäkerhet i resultatet. Osäkerhet kan ske till följd av flera faktorer, så som osäkerhet i data, ha inkorrekta processer i systemet, processer som är exkluderade ur systemet med mera.

Resultatet för LCA-undersökningen kommer presenteras så att både den totala miljöpåverkan under systemets livstid visas och så kommer miljöpåverkan per år presenteras då det har valts till den funktionella enheten, för att göra systemen mer jämförbara. Resultatet kommer även presenteras så att det visas hur stor påverkan produktionssfasen, transporten, användningsfasen och slutstegsfasen representerar för de hela systemen.

2.5.1 Känslighetsanalys

Känslighetsanalys för arbetet sker för slutfasen för systemen. Då återvinning av metall är vanligt i Sverige (Sveriges geologiska undersökningar 2020) så har det valts att analysera hur systemen påverkas om återvinning av metaller sker. Miljövärden för det tas från EPD:s (Nordic galvanizers u.å, European aluminum 2017) från vardera metalproducent. Det antas att samtliga miljöpositiva konsekvenser utanför huvudsystemen i EPDerna är från återvinning, då det skrivs EPD:erna att den huvudsakliga faktorn till nytta utanför systemgränserna är återvinning. Ungefär 92% av aluminiumet kan gå till återvinning efter möjliga förluster vid återvinningen eller förluster vid material som ej kan återvinnas (European aluminum 2017) och ca 82% av stålet går till återvinning (Nordic Galvanizers u.å).

3 Resultat

För samtliga resultat så är alla processer som nämnts medräknade och allt material är medräknat inklusive spill

Figur 4 visar den globala uppvärmningspotentialen för de tre systemen under deras totala livslängd samt genomsnittligt per år. Isolerrutan har den lägsta globala uppvärmningspotentialen, både för sin totala livslängd samt per år. Systemet med tre-glas fönstret har ca 0,31 kg större utsläpp av CO₂-eq än isolerrutan per år eller ca 4,7% större utsläpp per år. Att låta två-glas fönstret sitta kvar leder till ca 106% större utsläpp av CO₂-eq per år jämfört mot isolerrutan.

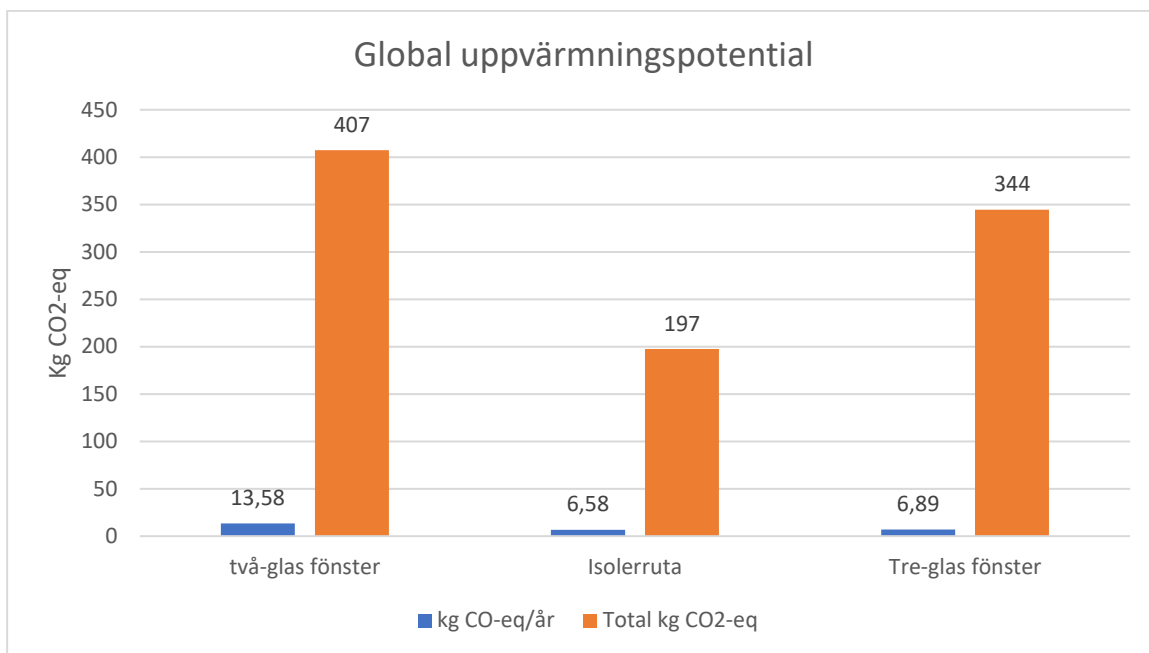


Fig. 4. Global uppvärmningspotential för de tre systemen sammanfattat för deras totala livslängd samt genomsnittligt per år. Livslängden för två-glas fönstret och isolerrutan är 30 år. Livslängden för tre-glas fönstret är 50 år.

Figur 5 visar förurningspotentialen för de tre systemen under deras livstid samt genomsnittligt per år. Tre-glas fönstret leder till ett ca 1,1% större utsläpp av SO₂-eq jämfört mot isolerrutan. Två-glas fönstret leder till ett ca 83% större utsläpp av SO₂-eq per år jämfört mot isolerrutan.

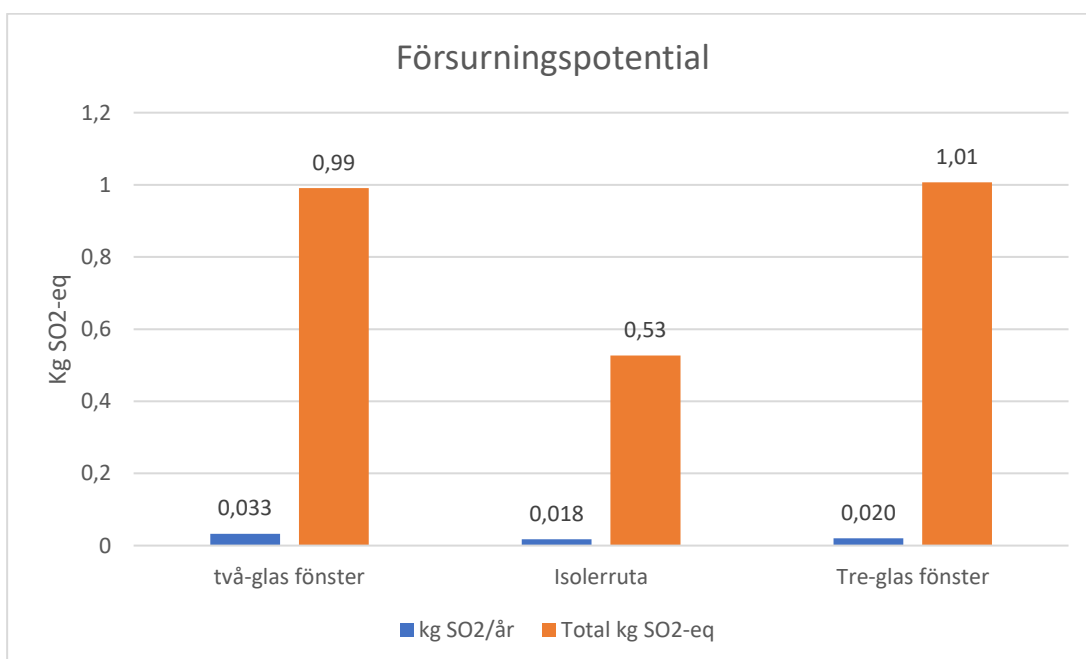


Fig. 5. Försurningspotential för de tre systemen sammanfattat för deras totala livslängd samt genomsnittligt per år. Livslängden för två-glas fönstret och isolerrutan är 30 år. Livslängden för tre-glas fönstret är 50 år

Figur 6 visar övergödningspotentialen för de tre systemen under deras livslängd samt genomsnittligt per år. Tre-glas fönstret leder till ett ca 4,2% ökat utsläpp av PO_4^{3-} eq per år jämfört mot isolerrutan, medans två-glas fönstret leder till ett ca 104% ökat utsläpp av PO_4^{3-} eq per år jämfört mot isolerrutan.

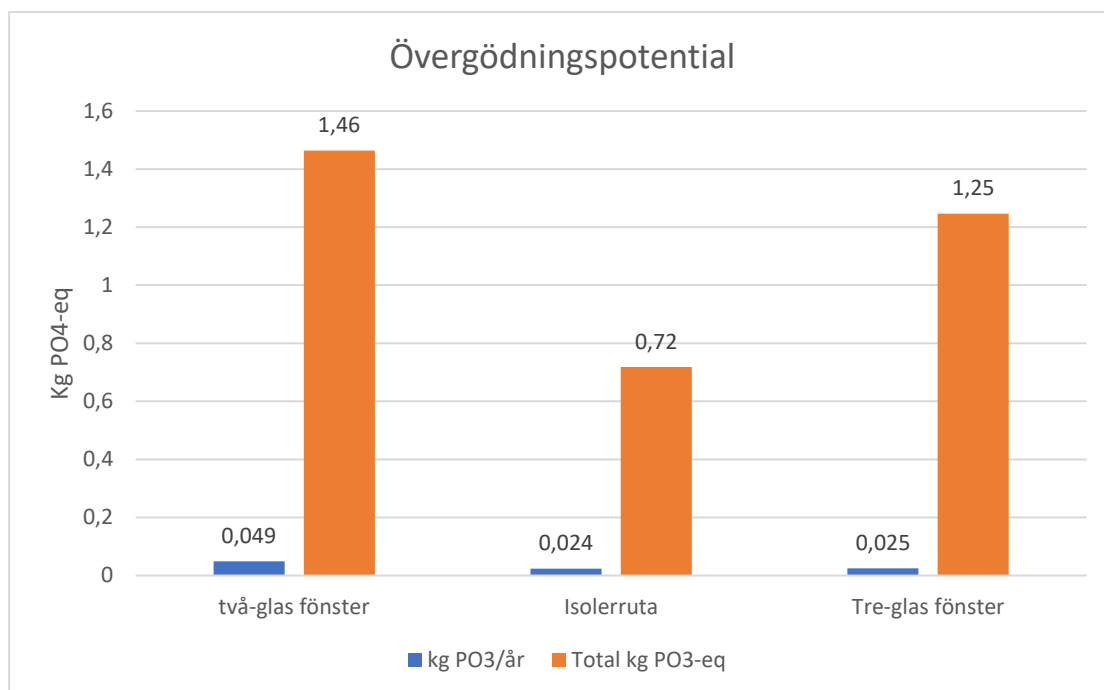


Fig. 6. Övergödningspotential för de tre systemen sammanfattat för deras totala livslängd samt genomsnittligt per år. Livslängden för två-glas fönstret och isolerrutan är 30 år. Livslängden för tre-glas fönstret är 50 år.

Figur 7 visar de fyra systemens fossila bränsleanvändning för sin totala livstid samt genomsnittligt per år. Tre-glas fönstret leder till ca 28% ökad fossil bränsleanvändning per år jämfört mot isolerrutan, medans två-glas fönstret leder till ca 79 ökad användning av fossilt bränsle per år jämfört mot isolerrutan.

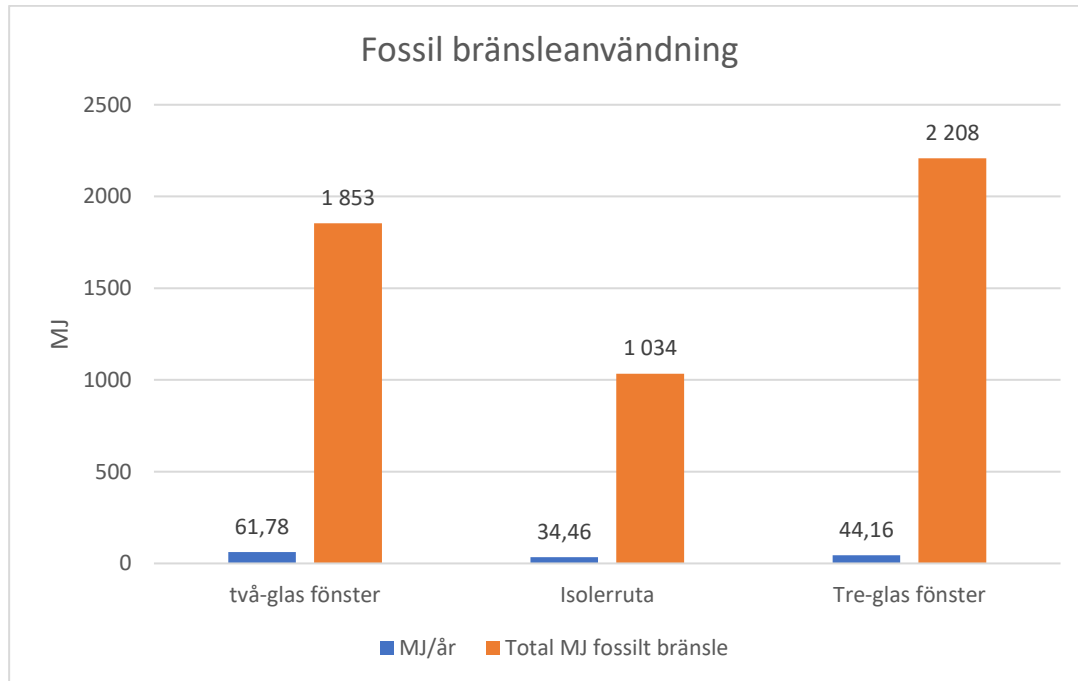


Fig. 7. Fossil bränsleanvändning för de tre systemen sammanfattat för deras totala livslängd samt genomsnittligt per år. Livslängden för två-glas fönstret och isolerrutan är 30 år. Livslängden för tre-glas fönstret är 50 år.

Figur 8 visar hur utsläpp som påverkar systemens globala uppvärmningspotential fördelat sig mellan systemens olika steg. Resultatet är presenterat för det genomsnittliga årliga utsläppet. För systemet där två-glas fönstret är kvar i byggnaden oförändrat så står användningsfasen för mer än 99% av utsläppet av CO₂-eq, då produktionsfasen ej är medräknad. För systemet där isolerrutan installeras så står användningsfasen för ca 93% av utsläppet av CO₂-eq, medans produktionsfasen står för ca 6% och transporten för ca 1%. Slutskedesfasen bidrar minimalt till utsläppet av CO₂-eq. För systemet där fönstret byts ut mot ett nytt tre-glas fönster så står användningsfasen för ca 75% av utsläppen av CO₂-eq, medans produktionsfasen står för ca 21% och transporten står för ca 4%. Slutskedesfasen bidrar minimalt till utsläppet av CO₂-eq för tre-glas fönstrets system.

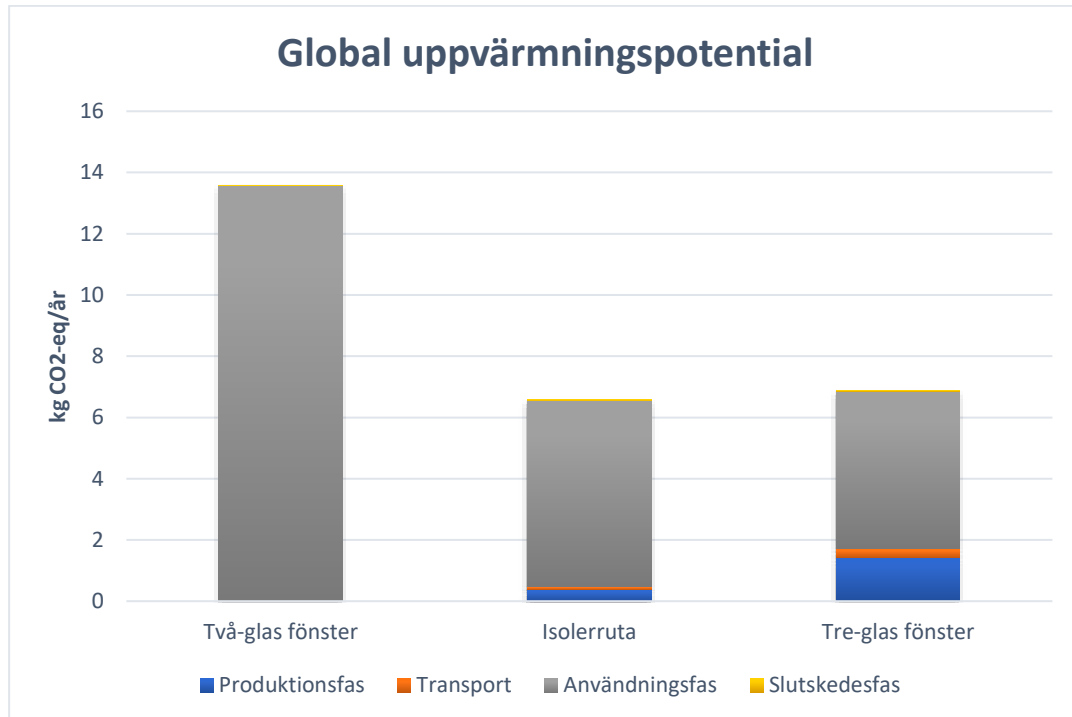


Fig. 8. Fördelningen av den årliga globala uppvärmningspotentialen för de tre fönstersystemen för de fyra steg som undersökts

Figur 9 visar hur utsläpp som påverkar systemens försurningspotential fördelat sig mellan systemens olika steg. Resultatet är presenterat för det genomsnittliga årliga utsläppet. . För systemet där två-glas fönstret är kvar i byggnaden oförändrat så står användningsfasen för mer än 99% av utsläppet av SO₂-eq, då produktionsfasen ej är medräknad. För systemet där isolerrutan installeras så står användningsfasen för ca 84% av utsläppet av CO₂-eq, medans produktionsfasen står för ca 15% och slutskedesfasen för ca 1%. Transporten bidrar minimalt till utsläppet av SO₂-eq för isolerrutans system. För systemet där fönstret byts ut mot ett nytt tre-glas fönster så står användningsfasen för ca 62% av utsläppen av SO₂-eq, medans produktionsfasen står för ca 37% och slutskedesfasen står för ca 1%. Transporten bidrar minimalt till utsläppet av CO₂-eq för tre-glas fönstrets system.

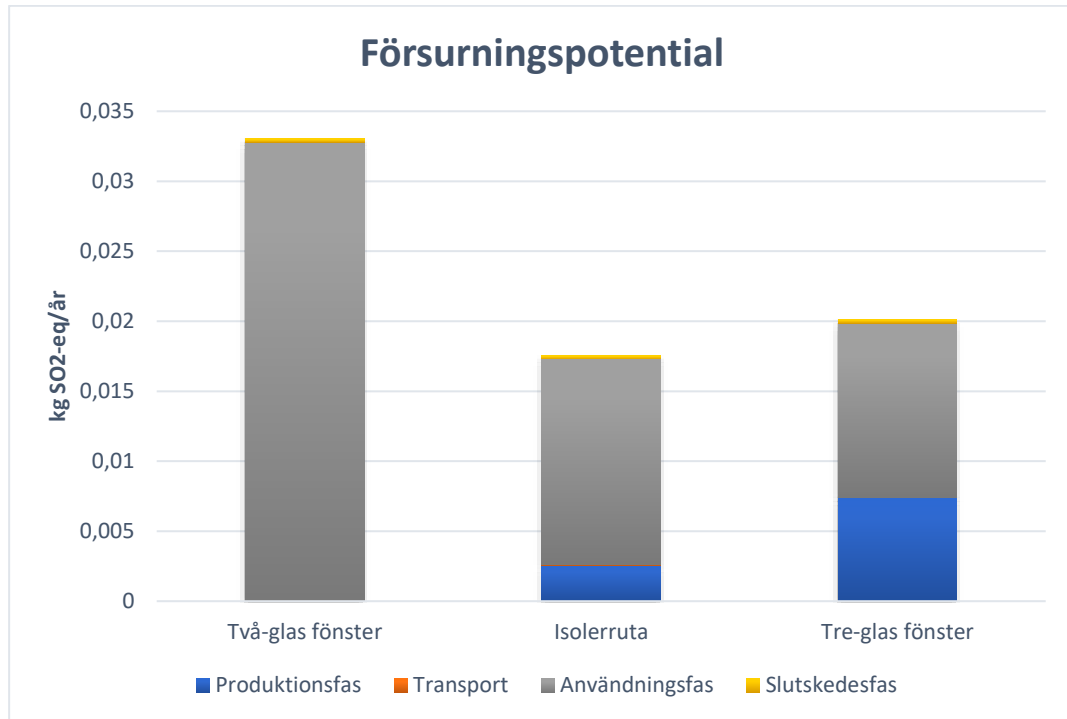


Fig. 9. Fördelningen av den årliga försurningspotentialen för de tre fönstersystemen för de fyra steg som undersökts

Figur 10 visar hur utsläpp som påverkar systemens övergödningspotential fördelat sig mellan systemens olika steg. Resultatet är presenterat för det genomsnittliga årliga utsläppet. . För systemet där två-glas fönstret är kvar i byggnaden oförändrat så står användningsfasen för mer än 99% av utsläppet av PO₄-eq, då produktionsfasen ej är medräknad. För systemet där isolerrutan installeras så står användningsfasen för ca 90% av utsläppet av PO₄-eq, medans produktionsfasen står för ca 7% och slutskedesfasen för ca 7%. Transporten bidrar minimalt till utsläppet av PO₄-eq. För systemet där fönstret byts ut mot ett nytt tre-glas fönster så står användningsfasen för ca 74% av utsläppen av PO₄-eq, medans produktionsfasen står för ca 22% och slutskedesfasen står för ca 4%. Transporten bidrar minimalt till utsläppet av CO₂-eq för tre-glas fönstrets system.

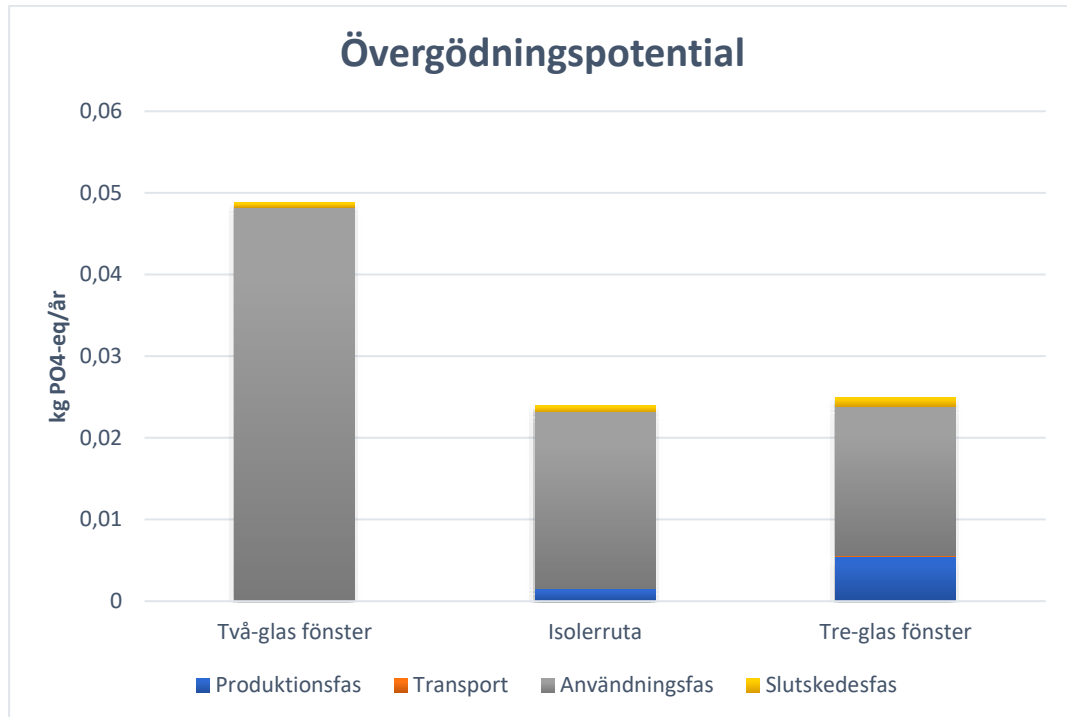


Fig. 10. Fördelningen av den årliga övergödningspotentialen för de tre fönstersystemen för de fyra steg som undersökts

Figur 11 visar hur utsläpp som påverkar systemens fossila bränsleanvändning fördelat sig mellan systemens olika steg. Resultatet är presenterat för det genomsnittliga årliga utsläppet. För systemet där två-glas fönstret är kvar i byggnaden oförändrat så står användningsfasen för mer än 99% av användandet av fossilt bränsle, då produktionsfasen ej är medräknad. För systemet där isolerrutan installeras så står användningsfasen för ca 80% av utsläppet av $\text{PO}_4\text{-eq}$, medans produktionsfasen står för ca 17%, slutskedesfasen för ca 2% och transporten ca 1%. För systemet där fönstret byts ut mot ett nytt tre-glas fönster så står användningsfasen för ca 52% av användningen av fossilt bränsle, medans produktionsfasen står för ca 43%, slutskedesfasen ca 2% och transporten ca 3%.

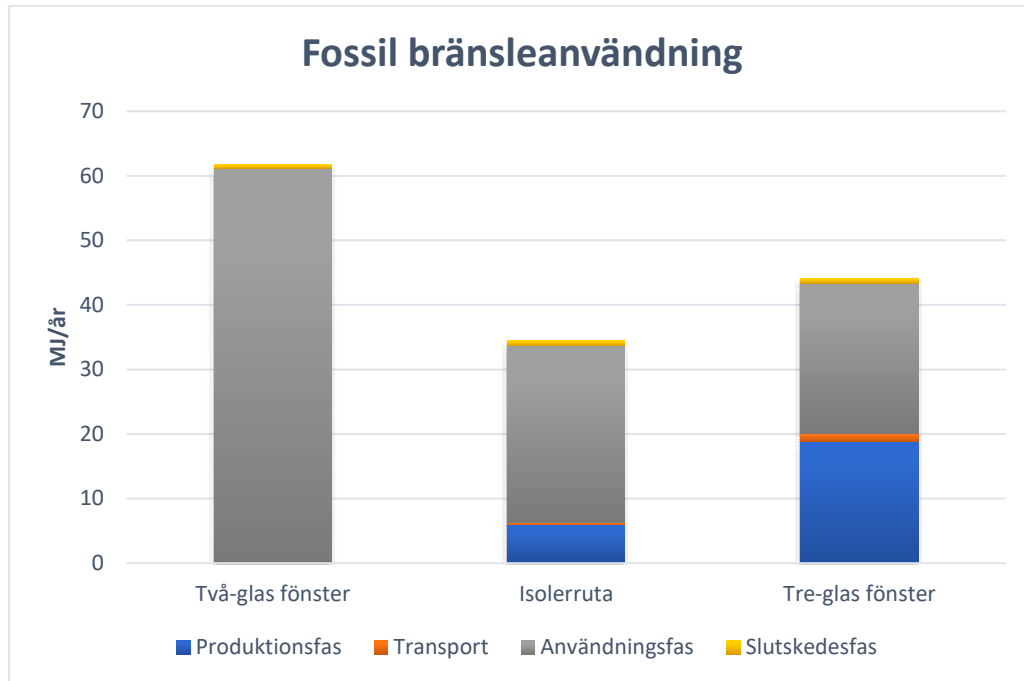


Fig. 11. Fördelningen av den årliga fossila bränsleanvändningen för de tre fönstersystemen för de fyra steg som undersökts

3.1 Normaliserade resultat

I figur 12 visas de normaliserade värdena för de enskilda miljöåverkanskategorierna för vardera system per år. Värdet för utsläppen är fraktionen för det årliga utsläppet för den miljöpåverkan i Europa. För referenssystemet där två-glas fönstret är kvar i fastigheten utan förändringar så är den normaliserade globala uppvärmningspotentialen och övergödningspotentialen likvärdiga, medans försurningspotentialen är ca 25% lägre och användningen av fossilt bränsle är ca 32% lägre jämfört mot den globala uppvärmningspotentialen. För systemet med isolerrutan så är övergödningspotentialen den miljöpåverkningskategori som är störst jämfört mot det genomsnittliga utsläppet i Europa, följt av global uppvärmning som är ca 2% lägre, försurningspotential som är ca 17% lägre och fossil bränsleanvändning som är ca 22% lägre än övergödningspotentialen. För systemet med tre-glas fönstret så är övergödningspotentialen den miljöpåverkningskategori som har högst utsläpp jämfört mot genomsnittligt utsläpp i Europa, följt av global uppvärmningspotential som är ca 2% lägre, fossil bränsleanvändning som är ca 5% lägre och försurningspotential som är ca 10% lägre än övergödningspotentialen.

Figur 12 visar även att isolerrutans globala uppvärmningspotential är ca 52% lägre än två-glas fönstrets globala uppvärmningspotential. Tre-glas fönstrets globala uppvärmningspotential är ca 49% lägre än två-glas fönstrets. Isolerrutans försurningspotential är ca 47% lägre än två-glas fönstrets försurningspotential medans tre-glas fönstrets försurningspotential är ca 39% lägre än två-glas fönstrets. Isolerrutans övergödningspotential är ca 51% lägre än två-glas fönstrets övergödningspotential, medans tre-glas fönstrets övergödningspotential är ca 49 % lägre än två-glas fönstrets. Isolerrutans användning av fossilt bränsle är ca 43%

mindre än två-glas fönstrets användning av fossilt bränsle, medans tre-glas fönstrets användning av fossila bränslen är ca 28% mindre än två-glas fönstrets

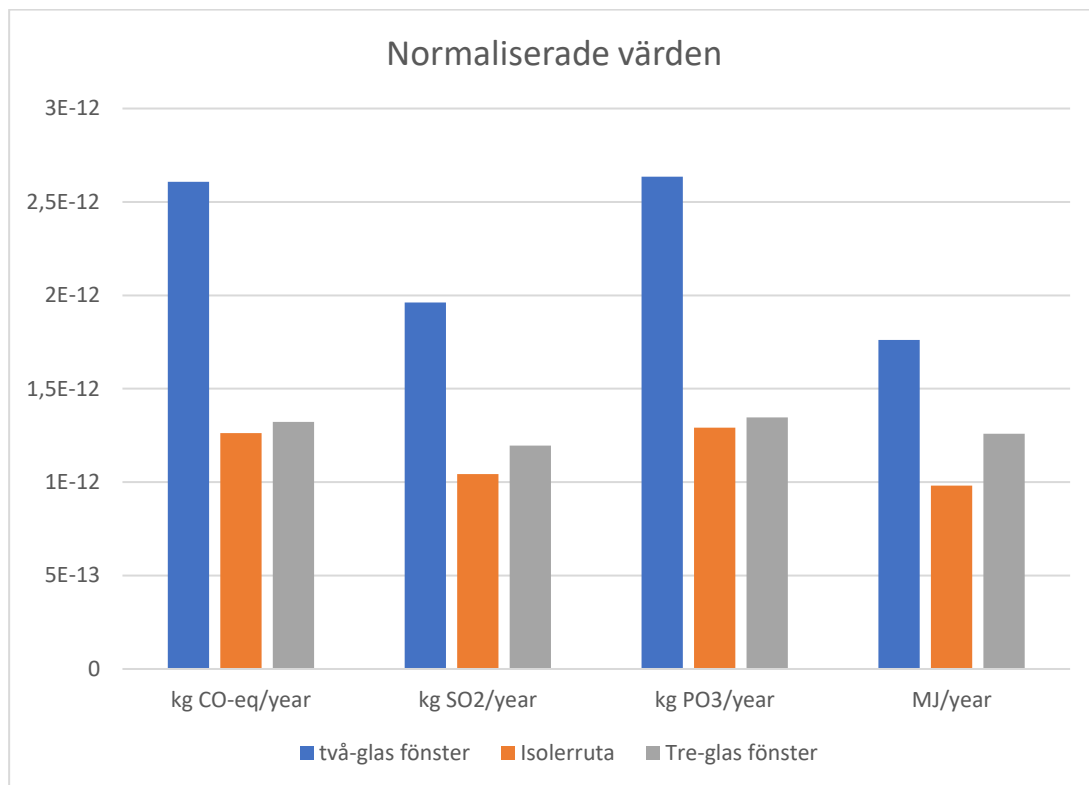


Fig. 12. Normaliserade värden för miljöpåverkan för de tre systemen för de olika miljöpåverkanskategorierna. Värden på Y-axeln är fraktionen av det årliga utsläppet för vardera miljöpåverkanskategori.

I figur 13 så visas den totala miljöpåverkan för vardera system då samtliga miljöpåverkningskategoriers resultat normaliserats och vägts med samma faktor, så att de sedan kan summeras och den totala miljöpåverkan mellan systemen kan jämföras. Figuren visar att isolerrutans totala miljöpåverkan är ca 49% lägre än den totala miljöpåverkan för två-glas fönstret. Miljöpåverkan för tre-glas fönstret är ca 43% lägre jämfört mot den totala miljöpåverkan från två-glas fönstret.

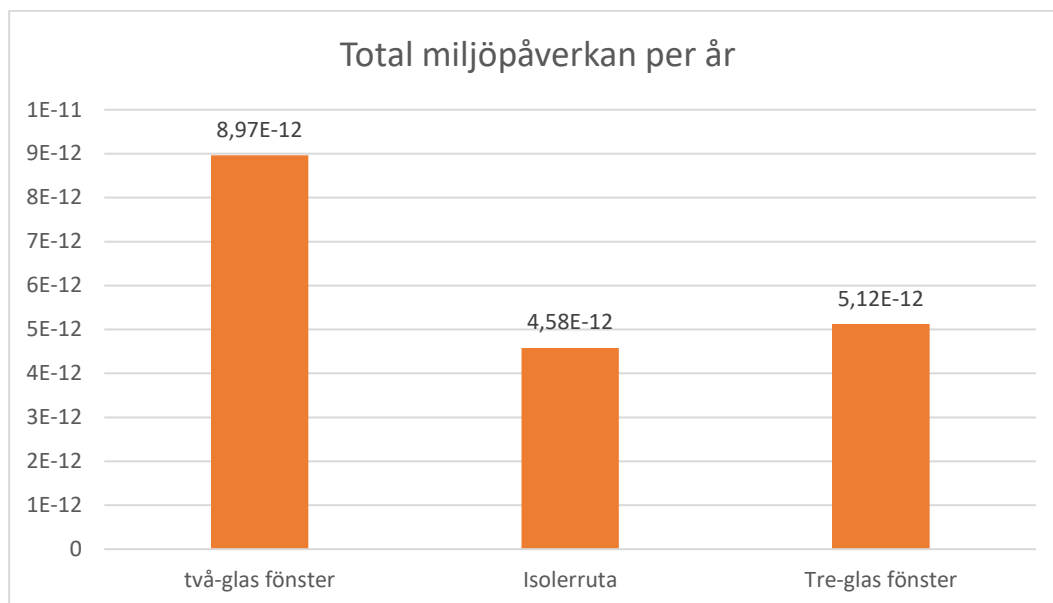


Fig. 13. Summerad miljöpåverkan efter viktning för de tre systemen.

3.2 Resultat av känslighetsanalys

Figur 14 visar systemens normaliserade miljöpåverkan för de enskilda åverkanskategorierna då återvinning av metaller sker samt då återvinning inte sker. Miljöpåverkan i figuren är beräknad på per år. Skillnaden mellan återvinning av metaller och ingen återvinning av dem är ca 1,0-1,2% miljöpåverkan per år, beroende på påverkanskategori och system.

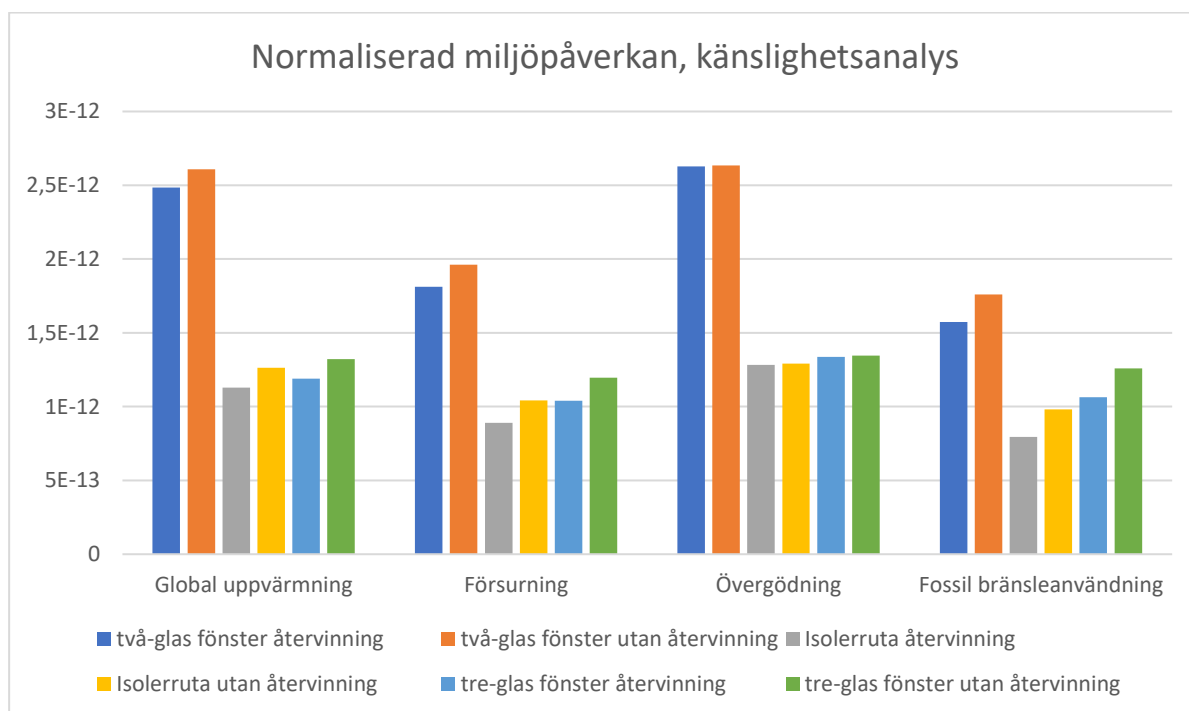


Fig. 14. Jämförelse mellan normaliserade värden av miljöpåverkan för de olika systemen då metaller återvinns eller ej återvinns

Figur 15 visar även jämförelsen mellan resultaten då metaller återvinns och då de ej återvinns över huvud taget. Tabellens värde är summan av de normaliserade värdena. Miljöpåverkan för samtliga system minskas med ca 1,1%.

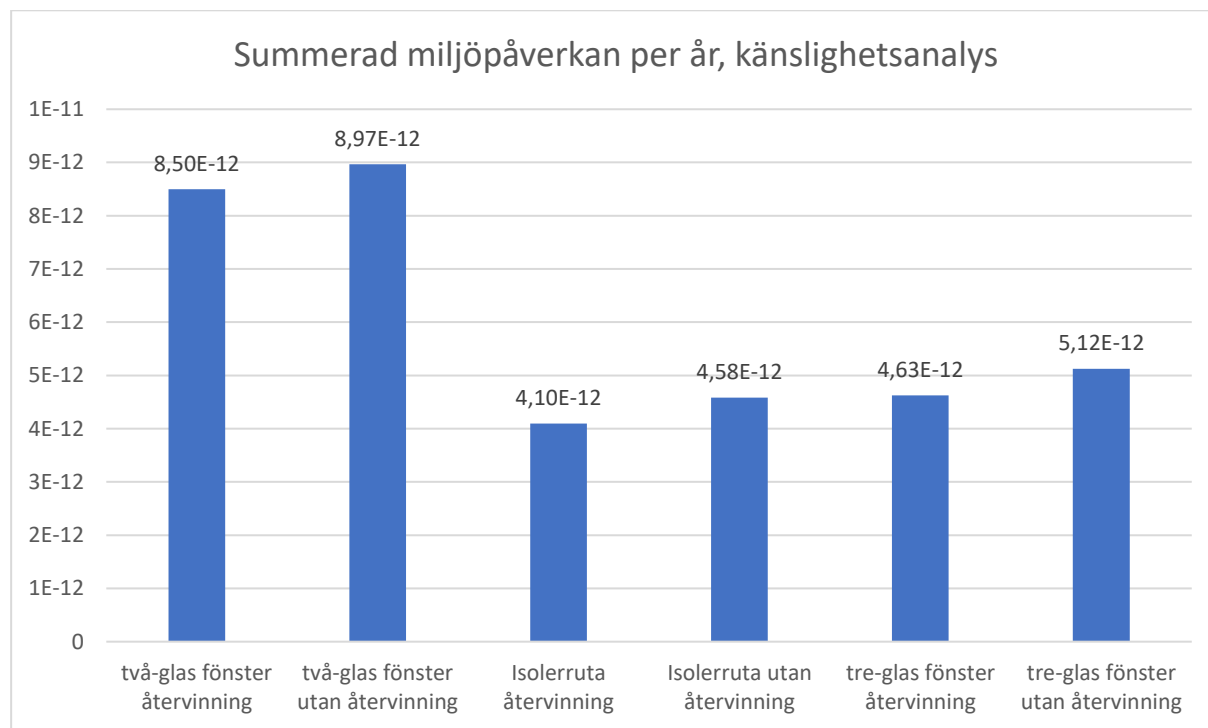


Fig. 15. Jämförelse av total miljöpåverkan per år då metaller återvinns och då metaller ej återvinns

4 Diskussion

Då målet för Sverige är att halvera energiåtgången inom byggnadssektorn så är fönster en relevant sak att ta upp då ca 18% av en byggnads energiförluster sker genom fönster (Remazan 2012). Det förtydligas genom den LCA-undersökningen att det finns flera val att göra för att minska energiförlusterna genom fönster. Antingen så kan isolerruta installeras på befintligt fönster, eller så kan man byta ut sitt gamla fönster mot ett nytt med lägre U-värde. Att förbättra fönstren endast räcker ej till för att halvera energiförlusterna inom byggnadssektorn, men det är en början.

Intresset hos forskare för att ta reda på miljöpåverkan av fönster syns även genom de antal LCA-undersökningar som redan utförts för flertalet fönster av bland annat Tarantini m.fl. (Tarantini m.fl., 2011), av Asif m.fl. (Asif m.fl., 2002) och Citherlet m.fl. (Citherlet m.fl., 2000). Gemensamt för samtliga tidigare arbeten av de nämnda författarna är att de undersökt den globala uppvärmningspotentialen för samtliga fönster och material, men sedan finns variation mellan övriga miljöpåverkningskategorier som undersökts, så som försurning och övergödning. Det har använts som inspiration av val av påverkanskategorier för det här arbetet.

Genom stycket "påverkan av utsläpp" så förtydligas det även att försurning och övergödning är ett problem i Sverige, vilket kan leda till ökad relevans för byggnadsägare och producenter av alternativ till fönster i Sverige. En gemensam

faktor för problematiken med förurning och övergödning var att förbränning av bränslen leder till en ökad miljöpåverkan för dessa kategorier. Därför valdes även fossil bränsleanvändning som miljöpåverkanskategori.

4.1 Metoddiskussion

Livscykelanalysen för de tre systemen har gjorts i utförelse med ISO 14040 ur ett vagga-till-graven perspektiv. Information om isolerrutan har mottagits direkt från kontaktperson från Grundels fönstersystem, men exakt elanvändning vid slutlig konstruktion av ruta och distansram har ej kunnat bedömmas. Data för det har istället hämtats från tidigare utförda arbeten för fönsterkonstruktion för två-, och tre-glas fönster. Datan för det kan därmed vara annan i verkligheten (Asif 2002, Weir och Muneer 1998).

Då systemgränserna för de tre systemen placerades då två-glas fönstret redan är installerat i en byggnad så är det endast i de scenarion som resultaten för den här studien borde ses. Den här studien tar ej upp om en ny byggnad skall upprättas, vad för fönster som då borde monteras på plats. Resultaten kommer då att ändras om livslängder för system med två-glas fönster och isolerrutor ändras. Rekommendation för vidare studie är därmed att undersöka vad för fönster som skulle ha minst miljöpåverkan vid upprättande av ny byggnad. Det rekommenderas också att liknande studier sker för andra element för en fastighet så som golvmaterial, isolering och liknande. Det för att få så miljövänliga fastigheter som möjligt i framtiden.

Då det finns oklarheter kring hur lång en generell livslängd är för fönster, enligt Asif m.fl (Asif m.fl 2002) så är livslängden i medel 40-50 år för träfönster och aluminiumklädda träfönster medans enligt Salazar och Sowlati så är den ca 75 år (Salazar och Sowlati 2008), så rekommenderas det även att framtida studier görs för att undersöka hur miljöpåverkan ändras för fönstersystemen beroende på livslängden. Studien rekommenderas då även ta reda på hur lång livslängden för det nuvarande fönstret bör vara för att det skall vara mer värt att installera en isolerruta istället för att byta ut det mot ett nytt fönster.

Information om material och processer för två-glas fönster har hämtats från tidigare utförda arbeten (Asif 2002, Weir och Muneer 1998, Teenou 2012), och för tre-glas fönstret har information använts från produktblad för specifik produkt. Exakt energi vid produktion av glasparti, karm och ram för det specifika tre-glas fönstret finns ej, därmed har data från tidigare utfört arbete om fönsterkonstruktion i nordnordnorden använts (Asif 2002, Weir och Muneer 1998). Fortsatta studier rekommenderas att göras för specifika material som används till fönstren, så som specifika gummit, silikonet etcetera, för att få så noggranna resultat som möjligt för framtida LCA studier.

Miljödata för material har hämtats från Ecoinvents databaser och beräknats utifrån CML-IA metod. Miljödata för glas och metaller som använts har istället använts från specifika produkters miljödeklarationer. Miljödata för produkterna som använts i praktiken kan skifta från värden som använts i det här arbetet. Men då miljödata saknades för majoriteten av de specifika komponenterna så har det ansetts mest lämpligt att använda generella värden från Ecoinvents databaser då t.ex. Joelsson och

Wallinder (Joelsson och Wallinder 2017) gjorde detsamma. Att använda värden från produktspecifika EPD:er är också rimligt då specifikt glas har kunnat anges av Grundels och typ av aluminiumlegering har angetts av Asif (Asif, 2002) för en typ aluminiumbekladda fönster.

Data för transporters utsläpp har hämtats från Ecoinvents databaser och beräknats utifrån CML-IA metod. Fossil bränsleanvändning saknades dock i datan i Ecoinvents databaser, och har därmed beräknats utifrån diesels generella värmevärde och lastbilars generella bränsleanvändning. Lastbilars bränsleanvändning är någonting som kan variera, samt så kan lastens massa variera. Det här är en felfaktor som inte tagits upp i känslighetsanalysen då det inte finns exakt information om lastbilstyp eller exakt lastmassa för transporterna. Därför har endast ett genomsnittligt antagande skett för samtliga system att lastbilen alltid kör med max last, vilket i verkligheten kanske ej stämmer. Transporten tillbaka har ej tagits med i beräkningarna då den ej anses som en process som krävs för systemet. Transportdistanser beräknades med hjälp av Google maps då det ger en tydlig inblick i vilka transportmöjligheter som finns för både transporter via väg och via vatten. Det är även samma metod för att uppskatta transporter som Joelsson och Wallinder har använt sig av (Joelsson och Wallinder 2017).

Transporternas distans anses vara tack vare Google Maps samt tidigare arbete noggranna, bortsett från transporten av furu till tre-glas fönster. Då ingen information angående furun fanns förutom att den var odlad i Norden så antogs 500 km. Det här är en sträcka som med stor risk ej stämmer och kan i verkligheten vara kortare eller längre.

Då normalisering av miljöpåverkan utfördes användes faktorer som SimaPro angett vara korrekta för CML-IA metod. Det finns även nyare värden för normaliseringsfaktorer, men då miljödata har hämtats från SimaPro som beräknats med samma CML-IA metod så användes även normaliseringsfaktorerna utifrån samma metod. För framtida LCA studier så rekommenderas det att använda mer specificerade regionala utsläpp som faktorer vid normalisering. Så som genomsnittligt utsläpp i Sverige istället för hela Europa.

4.2 Tolkning av resultat

Figurerna 4-7 visar att för samtliga fyra miljöpåverkanskategorier så har isolerrutan lägst miljöpåverkan per år, följt av tre-glas fönstret som för alla fyra miljöpåverkanskategorier har en lägre miljöpåverkan per år jämfört mot två-glas fönstret. Då man ser till miljöpåverkan för totala livslängden genom samma figurer så visas det att tre-glas fönstret har större förbrukningspotential och användning av fossila bränslen jämfört mot två-glas fönstret. Därför var det även viktigt att beakta de olika livslängderna för systemen, vilket Rob Marsh även visade på i sitt tidigare arbete (Rob Marsh 2017). Fastän två-glas fönstret under sin livslängd har lägre miljöpåverkan genom, till exempel fossil bränsleanvändning, jämfört mot tre-glas fönstrets livslängd så kommer tre-glas fönstret ha sin miljöpåverkan utdragen under en längre tid, och har därmed en lägre påverkan genomsnittligt per år.

Följande fyra figurer, figur 8-11, visar fördelningen för miljöpåverkan för de fyra kategorierna i systemens fyra faser. Då konstruktionsfasen för två-glas fönstret är borträknat från samtliga system så är det endast användningsfasen och slutskedesfasen som är inkluderat i figurerna för systemet med två-glas fönstret. Det är tydligt från samtliga fyra figurer att användningsfasen har mest miljöpåverkan för två-glas fönstrets system för samtliga miljöpåverkanskategorier, ca 99% för samtliga kategorier. För isolerrutans system så är fortfarande användningsfasen den fas där mest miljöpåverkan sker för samtliga kategorier, men produktionsfasen spelar en större roll för förbrukningspotentialen och den fossila bränsleanvändningen. Samma tendenser kan ses för systemet med tre-glas fönstret. Användningsfasen har störst påverkan i samtliga kategorier, men med den ökade materialmängd som behövs så ökar andelen påverkan som sker via produktionsfas och transport. Det här betyder att för isolerrutan så spelar användningsfasen störst roll och därmed rekommenderas störst fokus för tillverkare av rutan att försöka minska på utsläpp genom den fasen, vilket görs genom att använda ett glas med så lågt U-värde som möjligt. Om producenterna har som fokus att sänka förbrukningspotentialen eller den fossila bränsleanvändningen så kan de även rikta fokus på produktionsfasen och materialet som används vid produktion. Det är något som tillverkare av tre-glas fönster kan ta till sig med större grad. Då mer material krävs för deras produkt så är det ännu viktigare att materialet är framställt på så miljövänligt sätt som möjligt.

Figur 12 visar miljöpåverkan efter samtliga kategoriers resultat normaliserats, så kategorierna är jämförbara mot varandra. Figuren visar att för två-glas fönstrets system så är det den globala uppvärmningspotentialen och övergödningspotentialen som är de största miljöpåverkningarna för systemet. Det betyder alltså att fönstersystemen generellt har en större påverkan på global uppvärmning och övergödning i Europa jämfört mot förbrukning och fossil bränsle användning. Därmed är val av fönstersystem mer värda att optimera då målet är att minska den globala uppvärmningen eller övergödningspotentialen i Europa, då det är störst skillnad mellan de olika systemens miljöpåverkan i de kategorierna. Det är på grund av att svensk elmix har en låg förbrukningspotential och låg användning av fossila bränslen jämfört mot global uppvärmningspotential och övergödningspotential. Till de bostadsägare som har två-glas fönster och ej tänker byta ut dem eller installera en isolerruta så rekommenderas det att antingen hitta sätt att sänka energiåtgången för uppvärmning, till exempel med hjälp av en värmepump, eller hitta alternativa uppvärmningsmöjligheter som har lägre miljökonsekvensfaktorer för global uppvärmning och övergödning.

Figur 12 visar även att den globala uppvärmningspotentialen och övergödningspotentialen är de kategorier där isolerrutan har störst påverkan på. Det är därmed de här faktorerna som troligtvis har störst potential att sänkas. Återigen är det här på grund av att svensk elmix har generellt högre global uppvärmningspotential och övergödningspotential då man ser till total påverkan i Europa jämfört mot förbrukningspotentialen och den fossila bränsleanvändningen. För tre-glas fönstret så är det jämnare mellan de olika miljöpåverkningsskategorier. Det är fortfarande för tre-glas fönstrets system den globala uppvärmningspotentialen och

övergödningspotentialen som har störst påverkan, men försurningspotentialen och den fossila bränsleanvändningen har en mer liknande påverkanspotential jämfört mot de andra två systemen. Därmed finns det inte än lika tydlig kategori av miljöpåverkan som tillverkare av tre-glas fönster kan försöka minska.

Figur 13 visar resultatet efter samtliga kategorier avägs och summerats för att ge ett resultat för total miljöpåverkan per år för de kompletta systemen. Figuren visar att isolerrutan har en lägre miljöpåverkan än tre-glas fönstret, som i sin tur har en lägre miljöpåverkan än två-glas fönstret. Tre-glas fönstrets system har en ca 12% större miljöpåverkan per år jämfört mot isolerrutan. Två-glas fönstret har en ca 96% större miljöpåverkan jämfört mot isolerrutan. Därmed så bör två-glas fönstret förändras ur ett miljöperspektiv. Helst så bör en isolerruta installeras, men om fastighetsägaren är osäker på det nuvarande två-glas fönstrets resterande livslängd, eller vill ha ett fönster med en längre förväntad livslängd så bör det bytas ut mot ett tre-glas fönster.

Resultatet för vilket system som har mindre miljöpåverkan än andra förändras ej då känslighetsanalys utförs. Isolerrutan har fortfarande lägst miljöpåverkan genom årlig global uppvärmning, försurning, övergödning och fossil bränsleanvändning. 3-glas fönstret har lägre årlig global uppvärmning, försurningspotential och övergödningspotential jämfört mot 2-glas fönstret men har en större årlig fossil bränsleanvändning, vilket syns i figur 14. Det reflekteras även i figur 15 där isolerrutan har den lägsta årliga miljöpåverkan och 3-glas fönstret har en lägre miljöpåverkan än det nuvarande 2-glas fönstret.

Då resultaten jämförs mot Joelsson och Wallinder (Joelsson och Wallinder 2017) så finns likheter mellan resultaten. I Joelssons och Wallinders tidigare arbete så visar deras resultat att isolerrutan med data från Grundels har lägre global uppvärmningspotential, försurningspotential och övergödningspotential jämfört mot tre-glas fönstret då livslängden antagits till 30 år. Högst potential i samtliga miljöpåverkningskategorier hade referensfallet där ett två-glas fönster var kvar i byggnaden. Liknande slutsats visar även figur 4-7. Isolerrutan har lägst miljöpåverkan i samtliga kategorier per år och två-glas fönstret har högst i samtliga förutom fossil bränsleanvändning, vilket överensstämmer med Joelssons och Wallinders resultat.

Likheter från tidigare resultat ses även i hur uppdelningen av miljöpåverkan sker, vilket ses i figur 8-11. Precis som Tarantini m.fl. (Tarantini m.fl. 2011) och Citherlet m.fl. (Citherlet m.fl. 2000) hade skrivit, så är användningsfasen den fas som har störst miljöpåverkan av de olika faserna för samtliga systems livscyklar.

5 Slutsats

Som slutsats så visar resultatet att om en fastighets fönster i Stockholm har ca 30 års livslängd kvar så finns det åtgärder för fönstret för att minska klimatpåverkan. Att byta ut två-glas fönstret mot ett nytt tre-glas fönster ger i längden en lägre klimatpåverkan jämfört mot om man behåller fönstret, därmed så rekommenderas ett utbyte av fönstret då kvarvarande livslängd för det nuvarande fönstret är oklart. Ännu lägre klimatpåverkan skulle fönstret ha om en isolerruta installeras på insidan av det

befintliga fönstret. Slutsatsen är gjord på basis av de fyra miljöpåverkningskategorierna global uppvärmningspotential, förurningspotential, övergödning och fossil bränsleanvändning. Känslighetsanalys visar att slutsatsen är sann oberoende om metaller som används i fönstren återvinns eller ej.

Vidare forskning bör även ske där det undersöks hur den förväntade livslängden för fönstersystemen påverkar systemens miljöpåverkan samt ta reda på hur lång kvarvarande livslängd ett två-glas fönster bör ha för att det skall vara ett mer miljövänligt alternativ att installera en isolerruta istället för att byta ut fönstret mot ett tre-glas-fönster.

6 Referenser

Alumeco u.å ”Anodisering” <https://www.alumeco.se/kunskap-teknik/ytbehandling/anodisering> [2021-06-11]

Aluminum4u u.å “6063 Aluminum” <https://www.metals4u.co.uk/blog/6063-aluminium> [2021-05-01]

Alupart (u.å.) ”produktion” <http://alupart.se/produktion/> [2021-05-03]

Asif, M (2002) “Life cycle assessment of aluminum-clad timber windows [Ph.D., Edinburgh Napier University]
<https://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.251280>

Asif, M., Davidson, A., & Muneer, T. (2002) “LIFE CYCLE OF WINDOW MATERIALS-A COMPARATIVE ASSESSMENT”

Blengini, G. A. (2009) “Life cycle of buildings, demolition and recycling potential: A case study in Turin, Italy”. *Building and Environment*, 44(2), 319–330.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.03.007>

Cabeza, L. F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G., & Castell, A. (2014). “Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 394–416. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.037>

Citherlet, S., Di Guglielmo, F., & Gay, J.-B. (2000). “Window and advanced glazing systems life cycle assessment”. *Energy and Buildings*, 32(3), 225–234.
[https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(98\)00073-5](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(98)00073-5)

Energimyndigheten (2019) ”Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2019” http://www.energimyndigheten.se/globalassets/statistik/officiell-statistik/statistikprodukter/energistatistik-i-smh-fbhlok/bas/rapport_03v01_sam2019_kvalitetsdeklaration.pdf [2021-05-03]

Engineer-Educators (u.å.) <https://engineer-educators.com/topic/8-heat-transfer-through-windows/> [2021-04-26]

EngineeringToolBox. (2003) "Fuels- Higher And Lower Calorific Values" :
https://www.engineeringtoolbox.com/fuels-higher-calorific-values-d_169.html
 [2021-05-03]

European Aluminum (2017) "Enviromental Product declaration, Anodised coil and sheet for wall cladding. Thicknesses: 1,5-2-3mm- Anodic layer 10-15-20 µm"
<https://european-aluminium.eu/resource-hub/building-products-epd-programme/>
 [2021-05-01]

Gelson Luz (2021) "Density of Silicon (Si) [& g/cm³, kg/m³, Uses, Sources ..."
 Materials. Gelsonluz.com 02.05.2021 [2021: Density of Silicon \(Si\) \[& g/cm³, kg/m³, Uses, Sources ... \(gelsonluz.com\)](https://www.gelsonluz.com)

Glass academy (2016) "Float glass production process" <http://www.glass-academy.com/float-glass-production-process/> [2021-04-01]

Houghton, J. E. T., Ding, Y., Griggs, D., Noguer, M., van der Linden, P., Dai, X., Maskell, M., & Johnson, C. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis. I Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Vol. 881.* (s. 881).

Grundels fönstersystem (u.å) "Vår unika lösning av isolerglas"
<https://www.grundels.se/produkter/platsbyggd-isolerruta> [2021-04-01]

Inies (2016) "ENVIROMENTAL AND HEALTH PRODUCT DECLARATION. Stopsol-sunergy-Planibel LOW-E" Version 1.2, AGC Glass Europe,
<https://www.base-inies.fr/iniesV4/dist/consultation.html?id=10569> [2021-03-01]

ISO (2006) "ISO 14040:2006(en) Enviromental Management-Life cycle assessment-Principles and framework"
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:amd:1:v1:e> [2021-04-01]

Joelsson, V., & Wallinder, M. (2017). *Energieffektivisering av Särskilt Värdefulla Byggnader: En LCA om Fönsterrenoveringsmetoder.*
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hig:diva-25438>

Menzies, G. F. (2013). *Whole Life Analysis of timber, modified timber and aluminium-clad timber windows: Service Life Planning (SLP), Whole Life Costing (WLC) and Life Cycle Assessment (LCA).*
<https://researchportal.hw.ac.uk/en/publications/whole-life-analysis-of-timber-modified-timber-and-aluminium-clad->

Mohammadi (2020) "Enviromental Systems Analasis (Life Cycle Assessment)"
 Studiematerial, Karlstad Universitet

Naturvårdsverket (2020) "Handlingsplan för att nå Sveriges klimatmål"
<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/En-uppfoljning-mot-klimatmalen-till-2030/>
 [2021-05-16]

- Naturvårdsverket (2021) "Fossila bränslen"
<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Energi/Fossila-branslen/> [2021-05-24]
- Nordic galvanizers (u.å.) "EPD for galvanizing" <http://nordicgalvanizers.com/epd-for-galvanizing-2/> [2021-04-15]
- Ponsioen Tommie (2014) "Normalization: new developments in normalization sets" <https://pre-sustainability.com/articles/the-normalisation-step-in-lcia/> [2021-05-06]
- PRE consultants (2014) SimaPro 8.0.4, Environmental Database; PRè Consultants: Amersfoort, The Netherlands'
- Remazan, A. (2012). *Fönster i ombyggnad*.
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hig:diva-13134>
- Rob Marsh (2017) Building lifespan: effect on the environmental impact of building components in a Danish perspective, Architectural Engineering and Design Management, 13:2, 80-100, DOI: [10.1080/17452007.2016.1205471](https://doi.org/10.1080/17452007.2016.1205471)
- Rowberg, K. (2019) 'Global Warming Potential', *Salem Press Encyclopedia of Science*. Available at:
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ers&AN=89475664&lang=sv&site=eds-live> [2021-05-05]
- Salazar James and Solwati Taraneh (2008) Life cycle assessment of windows for the North American residential market: Case study, Scandinavian Journal of Forest Research, 23:2, 121-132, DOI: [10.1080/02827580801906981](https://doi.org/10.1080/02827580801906981)
- Seo Y, Suzuki M, Takagi T, Dowaki K. Life-Cycle Assessment of Adsorbents for Biohydrogen Production. *Resources*. 2019; 8(1):52.
<https://doi.org/10.3390/resources8010052>
- Sharma, A., Saxena, A., Sethi, M., Shree, V., & Varun. (2011). "Life cycle assessment of buildings: A review". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 871–875. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.008>
- Shine, K. P., Fuglestedt, J. S., Hailemariam, K., & Stuber, N. (2005). "Alternatives to the Global Warming Potential for Comparing Climate Impacts of Emissions of Greenhouse Gases". *Climatic Change*, 68(3), 281–302.
<https://doi.org/10.1007/s10584-005-1146-9>
- SimaPro database manual (2020) . "SimaPro Database Manual Methods Library" PRé various authors, version 4.15, June 2020 [hämtad 10.05.2020]
- Stockholm vatten och avfall (2021)
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/avfall-och-atervinning/sortera-dina-sopor/sorteringsguiden/> [2021-05-03]

Svenskt aluminium (u.å.) ”Om aluminium” <https://www.svensktaluminium.se/om-aluminium/> [2021-05-01]

Sveriges geologiska undersökningar 2020 ”Metall- och mineralåtervinning” <https://www.sgu.se/mineralnaring/metall--och-mineralatervinning/> [2021-05-15]

Swiss Centre for Life Cycle Inventories. Ecoinvent Database v.3.1. 2014. <http://www.ecoinvent.org/> [2021-05-10]

SÖRAB (u.å.) ”Sopsorteringsguiden” <https://www.sorab.se/sorteringsguiden/e/avfallstyp/22/fonster/> [2021-04-24]

Tarantini, M., Loprieno, A. D., & Porta, P. L. (2011). A life cycle approach to Green Public Procurement of building materials and elements: A case study on windows. *Energy*, 36(5), 2473–2482. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.01.039>

Teenou Yousef R. (2012) ”Energy and CO2 emissions associated with the production of Multi-glazed windows”

Weir, G., & Muneer, T. (1998). Energy and environmental impact analysis of double-glazed windows. *Energy Conversion and Management*, 39(3), 243–256. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(96\)00191-4](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(96)00191-4)

Webfleet solutions (2020) “What is the diesel consumption per kilometer of trucks” https://www.webfleet.com/en_gb/webfleet/blog/do-you-know-the-diesel-consumption-of-a-lorry-per-km/ [2021-04-13]

Värmdö Gymnasium (u.å. a) ”Försurning av mark och vatten” <http://miljo.vgy.se/forsurning.html> [2021-05-16]

Värmdö Gymnasium (u.å. b) ”Övergödning av mark och vatten” <http://miljo.vgy.se/overgodning.html> [2021-05-05]

Appendix 1



Byggvarudeklaration 2015

enligt BVD-föreningens standardiserade format eBVD2015

2019-01-22 13:08:44

Elitfönster Original Alu Sidhängt Fönster - AFS

1. GRUNDDATA

Dokumentdata

Id:	Version:
C-SE556007307301-3	2
Upprättad:	Senast sparad:
2019-01-17 13:49:24	2019-01-22 13:08:23
Ändringen avser:	
Komplettering av innehållsdeklaration och företagsuppgifter	

Elitfönster Original Alu Sidhängt Fönster - AFS

Varunamn:
Elitfönster Original Alu Sidhängt Fönster - AFS

Artikel-nr/ID-begrepp

Artikelidentitet: VAT-NAME
SE556007307301-AFS

Varugrupp/Varugrupsindelning

Varugruppsystem	Varugruppsid
BK04	04101

Varubeskrivning:	
Utåtåående sidhängt fönster i trä med aluminiumbeklädnad 3-glas isolemula. Storlek (BxH) 1230x1460 mm.	
Prestandadeklarationer:	Prestandadeklarationsnummer:
Ja	01-29-CE1040201
Övriga upplysningar:	

Elitfönster AB

Företagsnamn:	Organisationsnummer:
Elitfönster AB	556007-3073
Adress:	Kontaktperson:
Box 153, 574 22 Vetlanda	Mats Brånäs
E-post:	Telefon:
mats.branas@elitfenster.se	010-451 42 19

Uppgiftslämnaren är ensam ansvarig för uppgifter om produkter som registrerats i databasen. Uppgiftslämnaren och Bygghandelsindustrin reserveras sig för korrekt information som har blivit felaktigt redovisad i databasen.

1 av 15

Momsnummer:

SE556007307301

Webbplats:

www.elitfonster.se

GLN:

DUNS:

Miljöcertifieringssystem

☐

BREEAM

☐

BREEAM-SE

☐

LEED 2009

☐

LEED version 4

☐

Miljöbyggnad

2. HÅLLBARHETSARBETE

Företagets certifiering

☒

ISO 9001

☒

ISO 14001

Annat:

Polycs och riktlinjer

☒

Företaget har uppförandekod/policy/riktlinjer för att hantera socialt ansvarstagande i leverantörskedjan, inklusive rutiner för att säkerställa kraven.

☐

Denna är tredjepartsreviderad

Om ja, vilka av följande riktlinjer har ni anslutit er till eller ledningssystem som ni har implementerat

☐

FNs vägledande principer för företag och mänskliga rättigheter

☐

ILO's åtta kärnkonventioner

☐

OECDs riktlinjer för multinationella företag

☐

FN's Global Compact

☐

ISO 26000

Andra polycs/riktlinjer

Ledningssystem

Om du har ett ledningssystem för socialt ansvarstagande, vad av nedanstående ingår i arbetet?

☐

Kartläggning

☐

Risikanalys

☐

Åtgärdsplan

☐

Uppföljning

Hållbarhetsrapportering riktlinjer:

3. INNEHÅLLSDEKLARATION

Kemiskt innehåll

För hela produkten ange kemiskt innehåll. I Sverige ska koncentrationen beräknas på komponentnivå enligt principen en gång vara, alltid vara.

Finns säkerhetsdatablad för varan?

Ej relevant

Ange vilken utgåva av kandidatförteckningen som har använts (År, månad, dag):

Finns klassificering av varan?

Ej relevant

För sammansatta varor, har koncentrationen av ingående ämnen beräknats på:

Uppgiftslämnaren är ensam ansvarig för uppgifter om produkter som registrerats i databasen. Uppgiftslämnaren och Byggmateriellindustrierna reserveras sig för korrekt information som har blivit felaktigt redovisad i databasen.

2 av 15

2018-07-18	komponentnivå
Varan omfattas av RoHS-direktivet:	Ange varans vikt:
Nej	88.42 kg
Ange hur stor del av materialinnehållet som är deklarerat [%]:	
100	
Om varan innehåller nanomaterial som är medvetet tillsatta för att uppnå en viss funktion, ange dessa nedan:	
Är varan registrerad i Basta?	Ange andelen flyktiga organiska ämnen [g/liter], gäller endast tätningsmedel, färg, lack och lim:
Ja	
Övriga upplysningar:	

Vara och/eller delkomponenter

Fas		Leverans			
Komponent	Aluminiumkomponent		Vikt% av produkt	=5.49	
Kommentar					
Material	Ämne	Koncentrations-intervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne
Aluminiumprofil		=91.46		☐	☐
Aluminiumprofil	Aluminium	=88.71	7429-90-5	☐	☐
Aluminiumprofil	Bly	<=0.05	7439-92-1	☒	☒
Aluminiumprofil	Järn	=0.46	7439-89-6	☐	☐
Aluminiumprofil	Kadmium	<=0.01	7440-43-9	☒	☒
Aluminiumprofil	Kisel	=1.28	7440-21-3	☐	☐
Aluminiumprofil	Koppar	=0.32	7440-50-8	☐	☐
Aluminiumprofil	Krom	<=0.05	7440-47-3	☐	☐
Aluminiumprofil	Kromtrifluorid	<=0.05	7788-97-8	☐	☐
Aluminiumprofil	Magnesium	=1.1	7439-95-4	☐	☐
Aluminiumprofil	Mangan	=0.91	7439-96-5	☐	☐
Aluminiumprofil	Titan	=0.09	7440-32-6	☐	☐
Aluminiumprofil	Zink	=0.18	7440-66-6	☐	☐
Pulverlack		=8.54		☐	☐
Pulverlack	Bariumsulfat	0.43<=x<=1.28	7727-43-7	☐	☐
Pulverlack	Pigment	0.43<=x<=2.56	Pigment	☐	☐
Pulverlack	Polyester	2.56<=x<=4.27	Polyester	☐	☐
Pulverlack	Primid	0.17<=x<=0.68	Primid	☐	☐
CAS	H-fras	Exponering			
7788-97-8	H314 - Skin Corr. 1B				

Komponent	Fog- och tätningsmassa	Vikt% av produkt	=0.07
Kommentar			

Uppgiftslämnaren är ensam ansvarig för uppgifter om produkter som registrerats i databasen. Uppgiftslämnaren och Bygghandelsindustrin reserveras sig för korrekt information som har blivit felaktigt redovisad i databasen.

3 av 15

Material	Ämne	Koncentrations- intervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat- listan	Utfasnings- ämne
Detaljförsegling		≈36.74		☐	☐
Detaljförsegling	Etanol	1.1<=x<=1.84	64-17-5	☐	☐
Detaljförsegling	Oxydipropyl dibenzoat	0.37<=x<=0.92	27138-31-4	☐	☐
Glasförsegling		≈63.26		☐	☐
Glasförsegling	Acetoacetatottitanium	0.63<=x<=3.16	83877-91-2	☐	☐
Glasförsegling	Trimetoxivinylsilan	0.63<=x<=1.9	2768-02-7	☐	☐

CAS	H-fras	Exponering
64-17-5	H225 - Flam. Liq. 2	
64-17-5	H319 - Eye Irrit. 2	
27138-31-4	H412 - Aquatic Chronic 3	
83877-91-2	H226 - Flam. Liq. 3	
83877-91-2	H319 - Eye Irrit. 2	
2768-02-7	H226 - Flam. Liq. 3	
2768-02-7	H332 - Acute Tox. 4	

Komponent	Gummi	Vikt% av produkt	≈3.06
-----------	-------	------------------	-------

Kommentar

Material	Ämne	Koncentrations- intervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat- listan	Utfasnings- ämne
EPDM		≈100		☐	☐
EPDM	EPDM polymer	≈35		☐	☐
EPDM	Kimrök	≈20	1333-86-4	☐	☐
EPDM	Krita	≈25	1317-65-3	☐	☐
EPDM	Mineralolja	≈20	8012-95-1	☐	☐

Komponent	Isolerglas	Vikt% av produkt	≈61.76
-----------	------------	------------------	--------

Kommentar

Material	Ämne	Koncentrations- intervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat- listan	Utfasnings- ämne
Butyl		≈0.11		☐	☐
Floatglas		≈95.71		☐	☐
Gas		≈0.16		☐	☐
Gas	Argon	≈0.16	7440-37-1	☐	☐
Kantförseglingsmassa		≈2.46		☐	☐
Kantförseglingsmassa	Bas, Liquid polysulfide polyn	0.61<=x<=0.74	68611-50-7	☐	☐
Kantförseglingsmassa	Härdare, Brunsten	0.05<=x<=0.06	1313-13-9	☐	☐
Kantförseglingsmassa	Härdare, Difenyguanidin	0.001<=x<=0.002	102-06-7	☐	☐
Kantförseglingsmassa	Härdare, Disulfiram	0.001<=x<=0.002	97-77-8	☐	☐
TGI distansprofil		≈1.09		☐	☐
TGI distansprofil	Stål	≈1.09	68467-81-2	☐	☐

Uppgiftslämnaren är ensam ansvarig för uppgifter om produkter som registrerats i databasen. Uppgiftslämnaren och Bygghandelsindustrin reserveras sig för korrekt information som har blivit felaktigt redovisad i databasen.

4 av 15

Torkmedel		=0.47		☐	☐
Torkmedel	Kvarts	0.002<=x<=0.025	14808-80-7	☐	☐
Torkmedel	Zeolit	0.4<=x<=0.47	1318-02-1	☐	☐

CAS	H-fras	Exponering
68611-50-7	H412 - Aquatic Chronic 3	
1313-13-9	H302 - Acute Tox. 4	
1313-13-9	H315 - Skin Irrit. 2	
1313-13-9	H319 - Eye Irrit. 2	
1313-13-9	H332 - Acute Tox. 4	
1313-13-9	H373 - STOT RE 2	
102-06-7	H302 - Acute Tox. 4	
102-06-7	H315 - Skin Irrit. 2	
102-06-7	H319 - Eye Irrit. 2	
102-06-7	H335 - STOT SE 3	
102-06-7	H361 - Repr. 2	
102-06-7	H411 - Aquatic Chronic 2	
97-77-8	H302 - Acute Tox. 4	
97-77-8	H317 - Skin. Sens. 1	
97-77-8	H373 - STOT RE 2	
97-77-8	H400 - Aquatic Acute 1	
97-77-8	H410 - Aquatic Chronic 1	
14808-80-7	H373 - STOT RE 2	

Komponent	Lim	Vikt% av produkt	=0.06
-----------	-----	------------------	-------

Kommentar

Material	Ämne	Koncentrations-intervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne
Lim		=100		☐	☐
Lim	Aluminiumklorid	25<=x<=50	7446-70-0	☐	☐
Lim	Dietylenglykol	1<=x<=3	124-17-4	☐	☐
Lim	Saltsyra	1<=x<=3	7647-01-0	☐	☐

CAS	H-fras	Exponering
7446-70-0	H314 - Skin Corr. 1B	
7446-70-0	H318 - Eye Dam. 1	
7647-01-0	H314 - Skin Corr. 1A	
7647-01-0	H318 - Eye Dam. 1	
7647-01-0	H335 - STOT SE 3	

Komponent	Plast	Vikt% av produkt	=0.44
-----------	-------	------------------	-------

Kommentar

Uppgiftslämnaren är ensam ansvarig för uppgifter om produkter som registrerats i databasen. Uppgiftslämnaren och Bygghandelsindustrin reserveras sig för korrekt information som har blivit felaktigt redovisad i databasen.

5 av 15

Material	Ämne	Koncentrationsintervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne
Plast		=100		☐	☐

Komponent	Stål	Vikt% av produkt	=3.49
-----------	------	------------------	-------

Kommentar

Material	Ämne	Koncentrationsintervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne
Stål		=100		☐	☐
Stål	Järn, Fe	98<=x<=100	7439-89-8	☐	☐
Stål	Koppar, Cu	<=0.07	7440-50-8	☐	☐
Stål	Krom, Cr	<=0.06	7440-47-3	☐	☐
Stål	Molybden, Mo	<=0.01	7439-98-7	☐	☐
Stål	Nickel, Ni	<=0.06	7440-02-0	☐	☐

Komponent	Ytbehandlad furu	Vikt% av produkt	=26.25
-----------	------------------	------------------	--------

Kommentar

Material	Ämne	Koncentrationsintervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne
Furu		=88.62		☐	☐
Grundfärg		=4.62		☐	☐
Grundfärg	Filler	=1.46	-	☐	☐
Grundfärg	Pigment, TiO2	=1.34	13463-67-7	☐	☐
Grundfärg	Polymer	=1.8	-	☐	☐
Impregnering		=0.04		☐	☐
Impregnering	Propikonazol	=0.04	60207-90-1	☐	☐
Toppfärg		=6.73		☐	☐
Toppfärg	Filler	=0.64	-	☐	☐
Toppfärg	Pigment, TiO2	=2.49	13463-67-7	☐	☐
Toppfärg	Polymer	=3.53	-	☐	☐

CAS	H-fras	Exponering
60207-90-1	H302 - Acute Tox. 4	
60207-90-1	H317 - Skin. Sens. 1	
60207-90-1	H400 - Aquatic Acute 1	
60207-90-1	H410 - Aquatic Chronic 1	

Fas	Inbyggd
-----	---------

Komponent	Aluminiumkomponent	Vikt% av produkt	=5.49
-----------	--------------------	------------------	-------

Kommentar

Uppgiftslämnaren är ensam ansvarig för uppgifter om produkter som registrerats i databasen. Uppgiftslämnaren och Bygghandelsindustrin reserveras sig för korrekt information som har blivit felaktigt redovisad i databasen.

6 av 15

Material	Ämne	Koncentrationsintervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne
Aluminiumprofil		=91.48		☐	☐
Aluminiumprofil	Aluminium	=88.71	7428-90-5	☐	☐
Aluminiumprofil	Bly	<=0.05	7439-92-1	☒	☒
Aluminiumprofil	Järn	=0.46	7438-89-8	☐	☐
Aluminiumprofil	Kadmium	<=0.01	7440-43-9	☒	☒
Aluminiumprofil	Kisel	=1.28	7440-21-3	☐	☐
Aluminiumprofil	Koppar	=0.32	7440-50-8	☐	☐
Aluminiumprofil	Krom	<=0.05	7440-47-3	☐	☐
Aluminiumprofil	Kromtrifluorid	<=0.05	7788-97-8	☐	☐
Aluminiumprofil	Magnesium	=1.1	7438-95-4	☐	☐
Aluminiumprofil	Mangan	=0.91	7439-96-5	☐	☐
Aluminiumprofil	Titan	=0.09	7440-32-8	☐	☐
Aluminiumprofil	Zink	=0.18	7440-66-8	☐	☐
Pulverlack		=8.54		☐	☐
Pulverlack	Bariumsulfat	0.43<=x<=1.28	7727-43-7	☐	☐
Pulverlack	Pigment	0.43<=x<=2.56	Pigment	☐	☐
Pulverlack	Polyester	2.56<=x<=4.27	Polyester	☐	☐
Pulverlack	Primid	0.17<=x<=0.68	Primid	☐	☐

CAS	H-fras	Exponering
7788-97-8	H314 - Skin Corr. 1B	

Komponent	Fog- och tätningsmassa	Vikt% av produkt	=0.07
------------------	-------------------------------	-------------------------	--------------

Kommentar

Material	Ämne	Koncentrationsintervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne
Detaljförsegling		=36.74		☐	☐
Detaljförsegling	Etanol	1.1<=x<=1.84	64-17-5	☐	☐
Detaljförsegling	Oxydipropyl dibenzoat	0.37<=x<=0.92	27138-31-4	☐	☐
Glasförsegling		=63.26		☐	☐
Glasförsegling	Acetoacetatottitanium	0.63<=x<=3.16	83877-91-2	☐	☐
Glasförsegling	Trimetoxivinylsilan	0.63<=x<=1.9	2768-02-7	☐	☐

CAS	H-fras	Exponering
64-17-5	H225 - Flam. Liq. 2	
64-17-5	H319 - Eye Irrit. 2	
27138-31-4	H412 - Aquatic Chronic 3	
83877-91-2	H226 - Flam. Liq. 3	
83877-91-2	H319 - Eye Irrit. 2	
2768-02-7	H226 - Flam. Liq. 3	

Uppgiftslämnaren är ensam ansvarig för uppgifter om produkter som registrerats i databasen. Uppgiftslämnaren och Bygghandelsindustrin reserveras sig för korrekt information som har blivit felaktigt redovisad i databasen.

7 av 15

Komponent	Gummi	Vikt% av produkt =3.06				
Kommentar						
Material	Ämne	Koncentrations-intervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne	
EPDM		=100		☐	☐	
EPDM	EPDM polymer	=35	-	☐	☐	
EPDM	Kimrök	=20	1333-86-4	☐	☐	
EPDM	Krita	=25	1317-85-3	☐	☐	
EPDM	Mineralolja	=20	8012-95-1	☐	☐	

Komponent	Isolerglas	Vikt% av produkt =61.76				
Kommentar						
Material	Ämne	Koncentrations-intervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne	
Butyl		=0.11		☐	☐	
Floatglas		=95.71		☐	☐	
Gas		=0.16		☐	☐	
Gas	Argon	=0.16	7440-37-1	☐	☐	
Kantförseglingsmassa		=2.46		☐	☐	
Kantförseglingsmassa	Bas, Liquid polysulfide polym	0.61<=x<=0.74	88611-50-7	☐	☐	
Kantförseglingsmassa	Härdare, Brunsten	0.05<=x<=0.06	1313-13-9	☐	☐	
Kantförseglingsmassa	Härdare, Difenyguanidin	0.001<=x<=0.002	102-06-7	☐	☐	
Kantförseglingsmassa	Härdare, Disulfiram	0.001<=x<=0.002	97-77-8	☐	☐	
TGI distansprofil		=1.09		☐	☐	
TGI distansprofil	Stål	=1.09	68467-81-2	☐	☐	
Torkmedel		=0.47		☐	☐	
Torkmedel	Kvarts	0.002<=x<=0.025	14808-80-7	☐	☐	
Torkmedel	Zeolit	0.4<=x<=0.47	1318-02-1	☐	☐	

CAS	H-fras	Exponering
88611-50-7	H412 - Aquatic Chronic 3	
1313-13-9	H302 - Acute Tox. 4	
1313-13-9	H315 - Skin Irrit. 2	
1313-13-9	H319 - Eye Irrit. 2	
1313-13-9	H332 - Acute Tox. 4	
1313-13-9	H373 - STOT RE 2	
102-06-7	H302 - Acute Tox. 4	
102-06-7	H315 - Skin Irrit. 2	
102-06-7	H319 - Eye Irrit. 2	
102-06-7	H335 - STOT SE 3	
102-06-7	H361 - Repr. 2	

Uppgiftslämnaren är ensam ansvarig för uppgifter om produkter som registrerats i databasen. Uppgiftslämnaren och Bygghandelsindustrin reserveras sig för korrekt information som har blivit felaktigt redovisad i databasen.

102-06-7	H411 - Aquatic Chronic 2
97-77-8	H302 - Acute Tox. 4
97-77-8	H317 - Skin. Sens. 1
97-77-8	H373 - STOT RE 2
97-77-8	H400 - Aquatic Acute 1
97-77-8	H410 - Aquatic Chronic 1
14808-60-7	H373 - STOT RE 2

Komponent	Lim	Vikt% av produkt	=0.06
-----------	-----	------------------	-------

Kommentar

Material	Ämne	Koncentrationsintervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne
Lim		=100		☐	☐
Lim	Aluminiumklorid	25<=x<=50	7446-70-0	☐	☐
Lim	Dietylenglykol	1<=x<=3	124-17-4	☐	☐
Lim	Saltsyra	1<=x<=3	7647-01-0	☐	☐

CAS	H-fras	Exponering
7446-70-0	H314 - Skin Corr. 1B	
7446-70-0	H318 - Eye Dam. 1	
7647-01-0	H314 - Skin Corr. 1A	
7647-01-0	H318 - Eye Dam. 1	
7647-01-0	H335 - STOT SE 3	

Komponent	Plast	Vikt% av produkt	=0.44
-----------	-------	------------------	-------

Kommentar

Material	Ämne	Koncentrationsintervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne
Plast		=100		☐	☐

Komponent	Stål	Vikt% av produkt	=3.49
-----------	------	------------------	-------

Kommentar

Material	Ämne	Koncentrationsintervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne
Stål		=100		☐	☐
Stål	Järn, Fe	98<=x<=100	7439-89-8	☐	☐
Stål	Koppar, Cu	<=0.07	7440-50-8	☐	☐
Stål	Krom, Cr	<=0.06	7440-47-3	☐	☐
Stål	Molybden, Mo	<=0.01	7439-98-7	☐	☐
Stål	Nickel, Ni	<=0.06	7440-02-0	☐	☐

Uppgiftslämnaren är ensam ansvarig för uppgifter om produkter som registrerats i databasen. Uppgiftslämnaren och Bygghandelsindustrin reserveras sig för korrekt information som har blivit felaktigt redovisad i databasen.

9 av 15

Komponent	Ytbehandlad furu	Vikt% av produkt =26.25			
Kommentar					
Material	Ämne	Koncentrations-intervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne
Furu		=88.82		☐	☐
Grundfärg		=4.82		☐	☐
Grundfärg	Filler	=1.46	-	☐	☐
Grundfärg	Pigment, TiO2	=1.34	13463-87-7	☐	☐
Grundfärg	Polymer	=1.8	-	☐	☐
Impregnering		=0.04		☐	☐
Impregnering	Propikonazol	=0.04	60207-90-1	☐	☐
Toppfärg		=6.73		☐	☐
Toppfärg	Filler	=0.64	-	☐	☐
Toppfärg	Pigment, TiO2	=2.49	13463-87-7	☐	☐
Toppfärg	Polymer	=3.53	-	☐	☐
CAS	H-fras	Exponering			
60207-90-1	H302 - Acute Tox. 4				
60207-90-1	H317 - Skin. Sens. 1				
60207-90-1	H400 - Aquatic Acute 1				
60207-90-1	H410 - Aquatic Chronic 1				

4. RÅVAROR

Råvaror

Totalt återvunnet material i varan



Ingår återvunnet material i varan?

Förnybart material

Ange andel förnybart material i varan (kort cykel, mindre än 10 år):

Ange andel förnybart material i varan (lång cykel, mer än 10 år):

☐ Ingående biobaserad är råvara testad enligt ASTM testmethod D6866:

Finns det för råvarorna underlag för tredjepartscertifierat system för kontroll av ursprung, råvarutvinning, tillverknings- eller återvinningsprocesser eller liknande (exempelvis BES 8001:2008, EMS-certifikat, USGBC Program)? Om ja, ange system/systemen:

Träråvaror

☒ Träråvaror ingår

☒ Ingående träråvara är certifierad

Hur stor andel är certifierad [%]?

100

Vilket certifieringssystem har använts (exempelvis FSC, CSA, SFI med CoC, PEFC)?

PEFC, FSC

Referensnummer:

FSC-C125195

Ange avverkningsland för träråvaran, samt att nedanstående kriterier har uppfyllts. Land för avverkning:

Sverige, Finland

☒ Innehåller ej träslag eller ursprung i CITES appendix för hotade arter

☒ Trävirket har avverkats på ett lagligt sätt och intyg finns för detta

5. MILJÖPÅVERKAN

Miljöpåverkan under varans livscykel, produktionsskedet modul A1-A3 enligt EN 15804

☐ Finns en miljövarudeklaration framtagen enligt EN15804 eller ISO14025 för varan?

Vilka produktspecifika regler har använts s.k. PCR:

Registreringsnummer / ID-nummer för EPD:

Klimatpåverkan (GWP100) [kg CO₂-ekv]:

Ozonnedbrytning (ODP) [kg CFC 11-ekv]:

Förurning (AP) [kg SO₂-ekv]:

Marknära ozon (POCP) [kg eten-ekv]:

Övergödning (EP) [kg (PO₄)-3-ekv]:

Förnybar energi [MJ]:

Icke förnybar energi [MJ]:

Har beräkning gjorts i Green Guide, ange vilket betyg:

Om miljövarudeklaration eller annan livscykelanalys saknas, beskriv hur miljöpåverkan av varan beaktas ur ett livscykelperspektiv:

6. DISTRIBUTION

Distribution av färdig vara

Tillämpar leverantören Retursystem Byggpall?

Ej relevant

Återtar leverantören emballage för varan?

Ej relevant

Om ja, vilken förpackning och vilket system:

FTI system

Övriga upplysningar:

Tillämpar leverantören system med flergångsemballage för varan?

Ej relevant

Är leverantören ansluten till ett system för producentansvar för förpackningar?

Ja

7. BYGGSCKEDET

Byggskedet

Ställer varan särskilda krav vid lagring?

Ja

Specificera

Se monterings- och skötselanvisningar på www.elitfonster.se

Ställer varan särskilda krav på omgivande byggvaror?

Ja

Specificera

Se monterings- och skötselanvisningar på www.elitfonster.se

Övriga upplysningar:

8. BRUKSSKEDET

Bruksskedet

Ställer varan krav på insatsvaror för drift och underhåll?

Ja

Specificera:

Se monterings- och skötselanvisningar på www.elitfonster.se

Ställer varan krav på energitillförsel för drift?

Nej

Specificera:

Uppskattad teknisk livslängd för varan:

30-50 år

Kommentar:

Finns en energimärkning enligt energimärkningsdirektivet (2010/30/EU) för varan?

Ej relevant

Om ja, ange märkning (G till A, A+, A++, A+++, A++++):

Övriga upplysningar:

9. RIVNING

Rivning

Är varan förberedd för demontering (isärtagning)?

Ja

Specificera:

Se Monteringsanvisning på www.elitfonster.se

Kräver varan särskilda åtgärder för skydd av hälsa och miljö vid rivning/demontering?

Ej relevant

Specificera:

Övriga upplysningar:

10. AVFALLSHANTERING

Levererad vara

Omfattas den levererade varan av förordningen (2014:1075) om producentansvar för elektriska och elektroniska produkter när den blir avfall?

Nej

Är återanvändning möjlig för hela eller delar av varan när den blir avfall?

Ja

Specificera:

Återanvändning är möjlig för hela varan.

Är materialåtervinning möjlig för hela eller delar av varan när den blir avfall?

Ja

Specificera:

Aluminium (EWC 170402), stål (EWC 170405) och glas EWC 170202) kan separeras och materialåtervinnas.

Är energiåtervinning möjlig för hela eller delar av varan när den blir avfall?

Ja

Specificera:

Trä (EWC 170201) , plast (EWC 170203) och gummi (EWC 170904) kan separeras och energiåtervinnas.

Har leverantören restriktioner och rekommendationer för återanvändning, material- eller energiåtervinning eller deponering?

Nej

Specificera:

Avfallskod för den levererade varan när den blir avfall

17 - Bygg- och rivningsavfall (även uppgrävda massor från förorenade områden)

När den levererade varan blir avfall, klassas den då som farligt avfall?

Nej

Inbyggd vara

Klassas den inbyggda varan som farligt avfall?

Nej

Övriga upplysningar

11. INNEMILJÖ

Innemiljö

☐	Varan är ej avsedd för inomhusbruk
☒	Varan avger inga emissioner
☐	Varans emission ej uppmätt

Har varan ett kritiskt fukttillstånd?

Nej

Om ja, ange vilket:

Buller	Elektriskt fält	Magnetiska fält
Kan varan ge upphov till eget buller?	Kan varan ge upphov till elektriska fält?	Kan varan ge upphov till magnetiska fält?
Ej relevant	Ej relevant	Ej relevant
Värde:	Värde:	Värde:
Enhet:	Enhet:	Enhet:
Mätmetod:	Mätmetod:	Mätmetod:

Färger och lacker

☐	Varan är motståndskraftig mot svamp och alger vid användning i våtrum
--------------------------	---

Emissioner

Varan avger vid avsedd användning följande emissioner:

Övriga upplysningar

Appendix 2

Material/ process	Global uppvärmningspot ential	Förurningspot ential	Övergödningspot ential	Fossil bränsleförbruk ning
Glas	1,15 kg CO ₂ -eq/kg	0,00495 kg SO ₂ -eq/kg	0,000736 kg PO ₄ -eq/kg	15 MJ/kg
Uttorkningsmed el	2,352 kg CO ₂ -eq/kg	0,012 kg SO ₂ -eq/kg	0,0001 kg PO ₄ -eq/kg	43,5 MJ/kg
Förzinkat stål (tillverkning)	2,6 kg CO ₂ -eq/kg	0,005449 kg SO ₂ -eq/kg	0,000117 kg PO ₄ -eq/kg	28,87 MJ/kg
Förzinkat stål (slutskedeshant ering)	0,000412 kg CO ₂ -eq/kg	0,000003 kg SO ₂ -eq/kg	0,000001 kg PO ₄ -eq/kg	0,01 MJ/kg
Förzinkat stål återvinning	-1,1995 kg CO ₂ -eq/kg	-0,00096 kg SO ₂ -eq/kg	-0,000277 kg PO ₄ -eq/kg	0,01 MJ/kg
Silikon	2,11 kg CO ₂ -eq/kg	0,0103 kg SO ₂ -eq/kg	0,0733 kg PO ₄ -eq/kg	82,1 MJ/kg
Butyl	2,24 kg CO ₂ -eq/kg	0,00657 kg SO ₂ -eq/kg	0,00102 kg PO ₄ -eq/kg	69,2 MJ/kg
Nordisk furu	0,96 kg CO ₂ -eq/kg	0,00408 kg SO ₂ -eq/kg	0,00228 kg PO ₄ -eq/kg	11,05 MJ/kg
Färg	4,25 kg CO ₂ -eq/kg	0,0162 kg SO ₂ -eq/kg	0,112 kg PO ₄ -eq/kg	47,5 MJ/kg
Aluminium (tillverkning)	10 kg CO ₂ -eq/kg	0,037 kg SO ₂ -eq/kg	0,00246 kg PO ₄ -eq/kg	108,65 MJ/kg
Aluminium (slutskedeshant ering)	0,00064 kg CO ₂ -eq/kg	3,85*10 ⁻⁶ kg SO ₂ -eq/kg	5,23*10 ⁻⁷ kg PO ₄ -eq/kg	0,0083 MJ/kg
Aluminium (återvinning)	-7,48 kg CO ₂ -eq/kg	-0,02987 kg SO ₂ -eq/kg	-0,001727 kg PO ₄ -eq/kg	-78,51 MJ/kg
Gummi	2,7 kg CO ₂ -eq/kg	0,0087 kg SO ₂ -eq/kg	0,0137 kg PO ₄ -eq/kg	78,7 MJ/kg
Plast	3,26 kg CO ₂ -eq/kg	0,0154 kg SO ₂ -eq/kg	0,00097 kg PO ₄ -eq/kg	66,8 MJ/kg
Förbränning av träavfall	0,00301 kg CO ₂ -eq/kg	0,000272 kg SO ₂ -eq/kg	4,7*10 ⁻⁷ kg PO ₄ -eq/kg	0,542 MJ/kg
Förbränning av farligt avfall	2,15 kg CO ₂ -eq/kg	0,00263 kg SO ₂ -eq/kg	0,0036 kg PO ₄ -eq/kg	7,96 MJ/kg
Farligt avfall till deponi	0,296 kg CO ₂ -eq/kg	0,00116 kg SO ₂ -eq/kg	0,011 kg PO ₄ -eq/kg	4,12 MJ/kg
Glas till deponi	0,00495 kg CO ₂ -eq/kg	2,5*10 ⁻⁵ kg SO ₂ -eq/kg	1,7*10 ⁻⁵ kg PO ₄ -eq/kg	0,16 MJ/kg
Svensk elmix	0,043 kg CO ₂ -eq/kWh	0,000104 kg SO ₂ -eq/kWh	0,000153 kg PO ₄ -eq/kWh	0,194 MJ/kWh
Transport lastbil	0,174 kg CO ₂ -eq/ton, km	3,11*10 ⁻⁵ kg SO ₂ -eq/ton, km	2,64*10 ⁻⁵ kg PO ₄ -eq/ton, km	12,6 MJ/ton, km
Transport färja	0,987 kg CO ₂ -eq/ton, km	0,000136 kg SO ₂ -eq/ton, km	4,33*10 ⁻⁴ kg PO ₄ -eq/ton, km	0,392 MJ/ton, km