

RAPPORT  
JÄMFÖRANDE LIVSCYKELANALYS (LCA)  
ARMATURER UTEBELYSNING LED



**UPPDRAG** 294537

Titel på rapport: Jämförande LCA – Armaturer utelysning LED

Status: Rapport

Datum: 2019-09-05

**MEDVERKANDE**

Beställare: Villaägarnas Riksförbund, Produktgranskning

Kontaktperson: Ulf Stenberg

Konsult: Anna Pantze

Uppdragsansvarig: Jon Mellqvist

Kvalitetsgranskare: Yannis Wikström och Ida Adolfsson

Tredjepartsgranskare: Marcus Wendin, Miljögiraff

**REVIDERINGAR**

Revideringsdatum: 2019-09-05

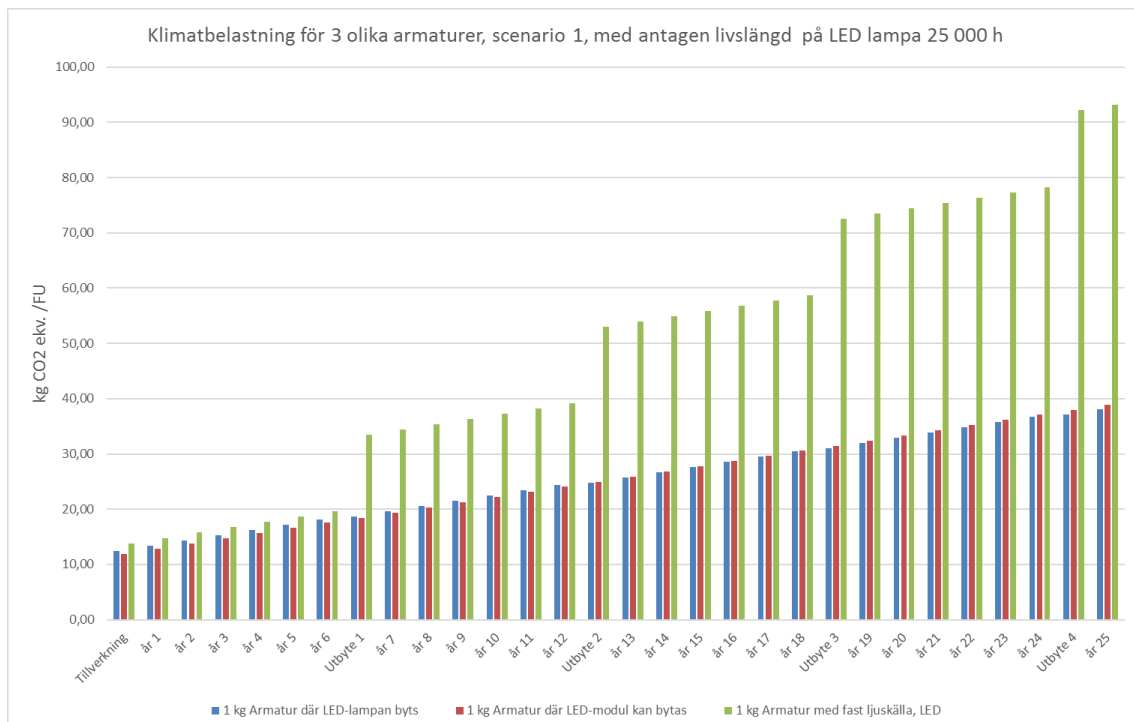
Version 1: 2019-06-14

## SAMMANFATTNING

Belysning är en oerhört frekvent använd och ofta inköpt produkt såväl i Sverige som internationellt. När det gäller t.ex. elanvändning, står belysning för cirka 15 % av världens totala elanvändning. Produktion av ny belysning och hantering av uttjänt belysning tar även betydande resurser i anspråk i världen. Hur vi köper in och använder belysning, har därför stor betydelse för såväl vår hushållsekonomi som för hushållningen med jordens resurser.

Jämförelserna i rapporten visar tydligt att utebelysningsarmaturer (LED) av aluminium, men också i rostfritt stål med utbytbar LED-lampa/modul har en potentiellt mindre miljö- och klimatpåverkan över en 25 års studieperiod. Den potentiella miljöpåverkan från tillverkning, transport till kund samt drift och utbyten kan vara tre gånger så stor, för den integrerade LED-belysningen utan möjlighet till byte av LED-lampa/modul.

Hur klimatbelastningen mätt i koldioxidekvivalenter<sup>1</sup> skiljer sig åt mellan produkterna, framgår i rapporten.



Scenario 1 med en brinntid för LED-lampan på 25 000 timmar visar den potentiella klimatpåverkan över tid för de olika armaturerna. Resultatet redovisas per funktionell enhet, FU, Armatur (1kg) med LED-belysning på 20 W för studieperioden på 25 år.

Initialt är miljöpåverkan densamma för de olika armaturerna, men över tid har den integrerade LED-belysningen större miljöpåverkan. Brytpunkten kommer den dagen en LED-lampa eller hel armatur behöver bytas för att brinntiden/livstiden för LED-lampan nått sitt

<sup>1</sup> Koldioxidekvivalent (CO<sub>2</sub> ekv.) är ett mått på utsläpp av växthusgaser som tar hänsyn till att olika gaser har olika förmåga att bidra till växthuseffekten och global uppvärmning. Ärligen rapporteras de samlade utsläppen av växthusgaserna koldioxid, metan, dikväveoxid och fluorerade gaser till FN:s klimatkonvention och till EU-kommissionen i koldioxidekvivalenter.

slut. Brytpunkten kommer efter sex år om brinntiden är 25 000 timmar, då brinntiden för utomhusbelysning med skymningsrelä ligger på ca 4 000 timmar om året (SABO 2013).

Det är ingen signifikant skillnad på miljöbelastningen om armaturerna har en utbytbar LED-lampa eller utbytbar LED-modul under förutsättning att belysningsarmaturer med utbytbar LED-modul hanteras på ett sådant sätt att själva modulen byts ut när LED-diodens livslängd är slut.

Den potentiella miljöbelastningen är proportionell mot utebelysningens vikt. Tyngre utebelysningsarmaturer (LED) som behöver bytas ut och som på grund av design kanske väger 4 kg istället för 1 kg ökar miljöbelastningen. I ett sådant fall är klimatpåverkan upp till fyra gånger högre för en integrerad LED-belysning utan möjlighet till byte av LED-lampa/modul än för en icke integrerad LED-belysning över en 25 års studieperiod.

Vad livscykelanalysen inte tar hänsyn till, är hur de belysningsarmaturer med utbytbar LED-modul kommer att hanteras ute hos slutkund. En LED-modul är utbytbar, men här behöver man vara elektriker eller i alla fall professionell och kunnig i sitt utövande. Det finns risk för att belysningsarmaturer med utbytbar LED-modul ute hos slutkund hanteras som integrerade LED-belysningar. Det skulle i så fall innebära att icke integrerade belysningsarmaturer med utbytbar LED-modul, skulle få högre miljö- och klimatpåverkan och inte skilja sig signifikant mot de integrerade enheterna.

En annan aspekt som kan påverka utfallet negativt för den integrerade LED-belysningen är att när belysningen förr eller senare går sönder finns risk för att samma typ av belysning inte längre finns på marknaden. När den integrerade LED-belysningen i t.ex. en av fyra fasadlampor går sönder, kan den integrerade LED-belysningen ha slutat säljas. Från en dag till en annan saknar man därmed ett enhetligt belysningssystem och står då inför valet att även byta ut de armaturer som fortfarande fungerar. Denna aspekt tar inte livscykelanalysen hänsyn till.

**INNEHÅLLSFÖRTECKNING**

	<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>INLEDNING.....</b>	<b>7</b>
	1.1 BAKGRUND.....	7
	1.2 SYFTE.....	7
<b>2</b>	<b>LIVSCYKELANALYS.....</b>	<b>7</b>
	2.1 MÅL OCH OMFATTNING.....	8
	2.1.1 MÅL .....	8
	2.1.2 OMFATTNING .....	8
	2.2 DEKLARERAD ENHET OCH SCENARIER.....	8
	2.3 SYSTEMGRÄNSER.....	9
	2.4 CUT-OFF KRITERIER .....	9
	2.5 ALLOKERING.....	10
	2.5.1 ALLOKERINGSREGLER.....	10
<b>3</b>	<b>BESKRIVNING AV UTEBELYSNINGSARMATURER LED .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>METODER OCH MILJÖPÅVERKANSBEDÖMNING .....</b>	<b>10</b>
	4.1 PROGRAMVARA OCH DATABASER.....	10
	4.2 METODER FÖR MILJÖPÅVERKANSBEDÖMNING.....	10
	4.3 MILJÖPÅVERKANSKATEGORIER.....	11
	4.4 TOLKNING AV RESULTATEN .....	11
	4.5 ANTAGANDE.....	11
	4.6 AVGRÄNSNINGAR.....	12
	4.7 DATAKVALITET .....	12
	4.8 DATALUCKOR.....	12
	4.9 TREDJEPARTSGRANSKNING .....	13
<b>5</b>	<b>LIVSCYKELINVENTERING.....</b>	<b>14</b>
	5.1 BERÄKNINGAR.....	17
<b>6</b>	<b>RESULTAT.....</b>	<b>17</b>
	6.1 RESULTAT FÖR ALLA MILJÖPÅVERKANSKATEGORIER - LED UTEBELYSNING .....	18
	6.2 TOLKNING OCH UTVÄRDERING.....	18
	6.2.1 KLIMATPÅVERKAN FRÅN BELYSNINGSARMATURERNAS OLIKA DELAR AV LIVSCYKELN .....	19
	6.2.2 KLIMATPÅVERKAN FÖR BELYSNINGSARMATURERNA ÖVER TID.....	20
	6.2.3 KLIMATPÅVERKAN FRÅN TILLVERKNING AV MATERIAL TILL ARMATURER...	22
<b>7</b>	<b>VALIDERING .....</b>	<b>23</b>

7.1	KONSEKVENSPANALYS.....	23
7.2	OSÄKERHETSANALYS.....	23
7.3	KÄNSLIGHETSANALYS .....	24
7.3.1	JÄMFÖRELSE MED ARMATURER GJORDA AV ROSTFRITT STÅL.....	24
7.3.2	KÄNSLIGHETSANALYS AV OLIKA VIKTER FÖR ARMATURENA.....	25
8	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>25</b>
	<b>SLUTSATSER.....</b>	<b>26</b>
	<b>BEGRÄNSNINGAR OCH OSÄKERHETER .....</b>	<b>26</b>
	<b>REKOMENDATIONER.....</b>	<b>27</b>
9	<b>REFERENSER.....</b>	<b>27</b>
	<b>BILAGA 1 .....</b>	<b>GRANSKNINGSRAPPORT</b>

## 1 INLEDNING

Det ökade intresset för hållbar utveckling och minskad klimatpåverkan gör att allt fler livscykelanalyser tas fram för olika varor och produkter. Pålitlig information om miljöpåverkan behövs när affärsstrategier tas fram, vid produktutveckling, upphandling och kravställning samt kan även fungera som underlag för kloka vardagsbeslut för enskilda konsumenter.

Den internationella standardiserade metoden för att få ett holistiskt perspektiv på miljöpåverkan och tillförlitliga och mätbara resultat är livscykelanalys (LCA). Tyréns har många års erfarenhet av LCA och jobbar enligt ISO 14040/14044.

### 1.1 BAKGRUND

Villaägare och andra konsumenter i Sverige använder och köper stora mängder belysning. Vilken typ av belysning som dessa använder påverkar miljön och klimatet olika.

Belysningen i sig står för cirka 15 % av världens totala elanvändning (2018 Borg & Co). Elanvändningen för belysningsändamål, globalt, antas minska med LED-tekniken. Nya tjänster och ogenomtänkta tillämpningar kan leda till att elanvändningen ökar, eller inte minskar så mycket som är möjligt (2018 Borg & Co). LED står för Light Emitting Diode och är en energieffektiv diod som utstrålar ljus.

Tidigare jämförande livscykelanalyser som fokuserar på tillverkning och användning av olika ljuskällor som bland annat glödlampor, lågenergilampor och LED-lampor, visar att LED är den belysningslösningen med lägst miljöpåverkan (IEA 2014).

När det gäller LED-belysningens livslängd är den svår att uppskatta, användningen påverkar livslängden och det är svårt att bedöma användarbeteendet. En långlivad produkt kan bytas ut innan den når sin livslängd av flera anledningar. Lokaler ska renoveras eller produkten blir omodern eller så kommer en ny generation av produkter som ger större energibesparingar. Således finns en betydande risk för att basera en LCA på en alltför lång livslängd (IEA 2014).

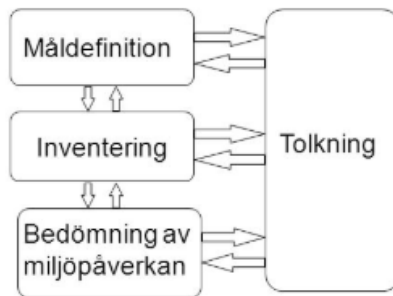
### 1.2 SYFTE

Villaägarna vill utreda hur olika val av armaturer med LED-belysning, främst utebelysning, påverkar miljön. Framförallt hur armaturer med integrerade LED-belysningar står sig mot armaturer som inte har integrerade LED-belysningar. I LED-belysning som inte är integrerad kan LED-lampan /LED-modulen bytas när den når sin livslängd.

## 2 LIVSCYKELANALYS

En livscykelanalys (LCA) kvantifierar en produkts eller en tjänsts potentiella miljöpåverkan under hela dess livscykel och uttrycker resultaten i olika miljöpåverkanskategorier, såsom exempelvis global uppvärmningspotential, övergödningspotential och försurningspotential.

I figur 1 visas arbetssättet som används för LCA studier. Utformningen är framtagen av Internationella organisationen för standardisering. I början av livscykelanalysen görs måldefinitionen och då fastställs en funktionell enhet tillsammans med systemgränser. Detaljnivå och avgränsningar ska motsvara syftet och avsedd publik.



Figur 1. Ramverk för LCA enligt standard, ISO 14040

Djupet och utformningen av en LCA skiljer sig avsevärt beroende på målet med analysen. Livscykelanalyser kan bedöma miljöpåverkan i befintliga produktsystem. LCA kan även vara mer framåtblickande (konsekvens LCA) och syftar till att beskriva effekterna av potentiella förändringar inom ett system. Exempel på olika livscykelanalyser:

- Screening (LCA för en produkt eller tjänst på en generell nivå),
- Komplet (djupgående LCA),
- Scenario (modellering av olika utfall/scenarier),
- Organisatorisk (LCA för en organisation på övergripande nivå)

## 2.1 MÅL OCH OMFATTNING

### 2.1.1 MÅL

Målet med studien är att besvara frågan på hur miljöpåverkan för integrerade respektive icke integrerade LED-armaturer skiljer sig åt vid en livscykelanalys. LCA-rapporten delges Villaägarna och resultaten kommuniceras externt (Business to Consumer) varför rapporten även är tredjepartsgranskad.

### 2.1.2 OMFATTNING

I livscykelanalysen inkluderas utvinning och tillverkning av material och komponenter till LED utebelysningsarmaturer, transport till kund samt drift, utbyten och sluthantering. Energianvändning och materialspill från slutmontage av belysningsarmaturerna inkluderas inte i studien.

Livscykelanalysen är en ögonblicksbild av tillverkning och drift av tre olika armaturer med LED-belysning. Alla tre armaturer är tillverkade av främst aluminium och det kompletta materialinnehållet är hämtat från Byggvarubedömningen (2019). Omfattningen redogörs i detalj i kapitel 5, livscykelinventeringen (LCI).

## 2.2 DEKLARERAD ENHET OCH SCENARIER

Den funktionella enheten ska överensstämja med mål och omfattning av studien. Huvudsyftet med en funktionell enhet är att ge en referens till indata och resultat. I detta fallet varierade de olika belysningsarmaturerna från 1 kg upp till över 4 kg, därför är den funktionella enheten 1 kg LED-belysningsarmatur på 20 W.

<b>Deklarerad enhet:</b>	Armatur (1kg) med LED-belysning på 20 W
<b>Funktion:</b>	Armatur med LED utebelysning
<b>Studieperiod:</b>	25 år

En LED-lampa har en brinntid på mellan 15 000 timmar och upp till 25 000 timmar enligt en källa (2019, Lampinfo), enligt en annan källa är brinntiden 50 000 timmar (SABO, 2013). En tredje källa visar att vissa tillverkare uppger en teoretisk livstid på 100 000 timmar, men



livslängden är osäker eftersom testerna är osäkra och uppföljningar kan göras först senare (2014, IEA). Transformatorn har även den en begränsad livstid. Livslängden för LED-dioden och transformatorn är osäker och därför används två scenarier i livscykelanalysen.

**Livslängd scenario 1:** Livslängd LED-diod inkl. transformator, 25 000 timmar  
**Livslängd scenario 2:** Livslängd LED-diod inkl. transformator, 50 000 timmar

### 2.3 SYSTEMGRÄNSER

En schematisk bild över systemgränserna d.v.s. vad som ingår och vad som inte ingår i livscykelanalysen visas i tabell 1 nedan. Observera att i livscykel inkluderades materialåtgång, energi, utsläpp, avfall, etc. för tillverkningar av alla ingående material till armaturer med LED-belysning men inte själva slutmonteringen/tillverkningen och dess energiåtgång materialåtgång för spill, avfall och andra utsläpp.

*Tabell 1. Tabellen visar systemgränserna för livscykelanalysen av armaturer med LED-belysning*

Inkluderat	Exkluderat
Produktion och distribution <ul style="list-style-type: none"> <li>• Råmaterial för produktion av armaturer och integrerad eller icke integrerad LED-belysning</li> <li>• Energi och bränslen</li> <li>• Transporter av armatur från fabrik till återförsäljare</li> </ul>	Produktion och distribution <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slutmontering/tillverkningen av armaturen exkluderas. Bedöms stå för mindre än 5 % av den totala energianvändningen och materialåtgången.</li> <li>• Ingen kabeldragning fram till armaturen eller åtgärder för att kunna fästa utebelysningen på en vägg eller dylikt är inkluderade</li> </ul>
Drift och underhåll <ul style="list-style-type: none"> <li>• Råmaterial för utbyte av LED-lampa eller LED-modul för icke integrerad LED-belysning</li> <li>• Transporter av armatur eller LED-lampa/modul från fabrik till slutkund</li> <li>• Råmaterial för utbyte av hela armaturen inklusive LED-modul för integrerad LED-belysning</li> <li>• Energi och bränslen</li> </ul>	Drift och underhåll <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personaltransport för elektriker när sådan krävs vid utbyte exkluderas. Bedöms stå för mindre än 1% av den totala energianvändningen och materialåtgången</li> </ul>
Avfallshantering <ul style="list-style-type: none"> <li>• All sluthantering av uttjänta armaturer lampor och moduler inkluderas.</li> </ul>	Avfallshantering -

### 2.4 CUT-OFF KRITERIER

För att definiera cut-off-kriterier behövs en nedre gräns sättas. Flöden under dessa kriterier anses vara försumbara och kan därför uteslutas. I denna studie sattes de avskurna kriterierna till 5 procent av miljöpåverkan. Det innebär att om datatillgången är otillräcklig eller om det finns stora dataluckor får inte mer än 5 % av den totala energianvändningen och 5 % av den totala materialåtgången uteslutas för varje enhetsprocess.

Konservativa antaganden för det utbytbar LED-lampa och LED-modul i kombination med rimlighetsöverväganden har använts för att uppfylla dessa cut-off kriterier. De indata som hämtats för armaturerna från Byggvarubedömningar medför att 98 - 100 % av allt ingående material inkluderats. Fokus ligger på material- och energiflöden som är kända för att ha en stor miljöpåverkan.

## 2.5 ALLOKERING

När mer än en produkt produceras inom samma produktionssystem behöver användningen av energi, material samt den potentiella miljöpåverkan allokeras mellan olika produkter.

### 2.5.1 ALLOKERINGSREGLER

Allokering ska undvikas så långt det är möjligt. I de fall som allokering inte kan undvikas har allokering av samproduktion samt allokering vid återanvändning och återvinning tillämpats.

Alla underliggande processerna som modellerats följer ISO standard och kallas "cut-off" i Ecoinvent. Grunden för allokering enligt cut off är att den första primära produkten alltid bär miljöbelastningen för hela sin produktion. Om produkten senare återvinns får den första produkten inte tillgodoräkna sig detta på något sätt. Därmed kommer återvunnet material endast att bära miljöbelastningen från själva återvinningsprocessen.

## 3 BESKRIVNING AV UTEBELYSNINGSARMATURER LED

Nedan beskrivs de tre olika typer av utebelysningsarmaturer som har studerats.

I en integrerad LED-belysning ingår all elektronik inklusive skräddarsydd LED i en enda enhet. LED-lampan är inte standardiserad, kan inte bytas. När LED-lampan når slutet av sin livslängd, måste man byta ut hela belysningsarmaturen för den integrerade LED-belysningen.

I icke integrerade LED-belysningar med LED-lampor, används utbytbara lampor som är tillverkade enligt internationell standard. När en icke integrerade LED-lampa når sin livslängd, kommer den att kunna ersättas med en ny LED-lampa under många år framöver.

Det finns även icke integrerade LED-belysningar med utbytbar LED-modul. En LED-modul är utbytbar men här behöver man vara kvalificerad och certifierad elektriker eller professionell och kunnig i sitt utövande. Risken för att belysningsarmaturer med utbytbar LED-modul hanteras som integrerade LED-belysningar ute hos konsument, bedöms därför som relativt stor.

## 4 METODER OCH MILJÖPÅVERKANSBEDÖMNING

### 4.1 PROGRAMVARA OCH DATABASER

Vid livscykelanalysen har mjukvaran SimaPro använts. SimaPro är specifikt framtagen för LCA och är vanligt förekommande i dessa sammanhang. I detta projekt har SimaPro 8.5.2.0 använts. Det bibliotek med generisk LCI-data (livscykelinventeringsdata från databaser) som använts i analysen är EcoInvent v3.4. EcoInvent innehåller verifierat data som uppdateras kontinuerligt, data bedöms därmed hålla god kvalitet. Både medelvärden och viktade medelvärden för aktiviteter och produkter förekommer i EcoInvents databas.

### 4.2 METODER FÖR MILJÖPÅVERKANSBEDÖMNING

Den bedömningsmetod som använts är CML-IA baseline respektive CML-IA non baseline version 3.02 (vilka är uppdaterade 2013). Metoden kallas i Sima pro är EPD (2013) V1.04.

och är samma metod som ska användas när miljövarudeklarationer (EPD:er) för olika produkter tas fram.

#### 4.3 MILJÖPÅVERKANSKATEGORIER

Emissionsdata sorteras till så kallade miljöpåverkanskategorier som beskriver den typ av miljöpåverkan som emissionerna ger upphov till, se tabell 2. I vald metod, EPD (2013), ingår miljöpåverkanskategorierna global uppvärmning, förtunning av ozonlagret, försurning, övergödning, bildning av marknära ozon, abiotisk utarmning av icke-fossila resurser samt abiotisk utarmning av fossila resurser. Efter klassificeringen karakteriseras emissionerna. Karakterisering betyder att den miljöpåverkan som respektive emission har kvantifieras inom en specifik miljöpåverkanskategori exempelvis kan alla utsläpp av växthusgaser summeras till ett mått på växthuseffekten och alla försurande utsläpp till ett mått på försurning.

Tabell 2. Beskrivning av miljöpåverkanskategorier som redovisas per funktionell enhet.

Påverkansfaktor	Förkortning	Populärversion av begrepp och begreppsförklaring	Enhet
Global uppvärmningspotential	GWP-100 (endast fossila källor)	Växthuseffekt. Utsläpp av gaser från förbränning av fossila bränslen som bidrar till en förhöjning av jordens medeltemperatur, beräknat för tidsperioden 100 år.	kg CO <sub>2</sub> ekv
Utarmningspotential av stratosfäriska ozonlagret	ODP	Ozonuttuning. Utsläpp av ozonedbrytande ämnen.	kg CFC-11 ekv
Försurningspotential av mark och vatten	AP	Försurning. Utsläpp av ämnen som bidrar till försurning, uttryckt som summan av försurningspotentialen för mark och vatten.	kg SO <sub>2</sub> ekv
Övergödningspotential	EP	Övergödning. Utsläpp av ämnen som bidrar till syrebrist i vatten.	kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup>
Potential för bildning av troposfäriska ozon-fotokemiska oxidanter	POCP	Bildning av marknära ozon. Utsläpp av ämnen som bidrar till bildandet av marknära ozon.	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -ekv (eten-ekv)
Abiotisk utarmningspotential av icke-fossila resurser	ADPM	Utarmning av tillgångar för ämnen. Summan av ämnen som utvinns och därmed bidrar till att ändliga resurser utarmas, som t. ex. järn, guld och fosfor	kg Sb ekv
Abiotisk utarmningspotential av fossila resurser	ADPE	Utarmning av tillgångar av fossila bränslen. Summan av fossila bränslen som utvinns och därmed bidrar till att ändliga resurser utarmas, som t. ex. kol och olja	MJ

#### 4.4 TOLKNING AV RESULTATEN

När resultaten tolkas identifieras de delar av livscykelanalysen som bidrar mest till varje miljöpåverkanskategori. Därefter genomförs en känslighetsanalys och miljöpåverkan från de olika alternativen analyseras. Utifrån resultat och känslighetsanalysen lyfts vilka delar i processen som har de största miljöpåverkan och vilka delar i analysen som innehåller störst osäkerheter.

#### 4.5 ANTAGANDE

Större antaganden i studien:

- Antagen effekt är 20 W för samtliga lampor.
- Antagen vikt på 80 g för en utbytbar LED-lampa.
- Utbytbar LED-modul antas bestå av en LED-diod och en transformator.
- Den icke integrerade LED-belysningen med utbytbar LED-modul antogs ha en något mindre transformator än armaturen med den integrerade LED-belysningen och därmed blev det totala redovisade materialinnehållet 99 %.
- I beräkningarna antas att slutkunden alltid byter den utbytbara LED-modulen eller LED-lampan när den slutar lysa och inte kasserar hela armaturen till förmån för ny armatur.
- Antaget för transportavstånd av armaturerna från fabrik till slutkund är med båt 6 400 km och lastbil 50 km, vilket motsvarar en båttransport från Medelhavet och lastbilstransport till återförsäljare. Samma transportavstånd har antagits för utbytbara LED-lampa och utbytbar LED-modul.

#### 4.6 AVGRÄNSNINGAR

En livscykelanalys (LCA) är en förenklad ögonblicksbild av verkligheten som i sig är mer dynamisk. Denna LCA fokuserar på några viktiga miljömässiga aspekter men inte alla och tar inte hänsyn till ekonomiska eller sociala aspekter. LCA innehåller antaganden och avgränsningar.

- Energiåtgång och produktion av avfall vid slutmontage av armaturerna i fabrik inkluderas inte, eftersom dessa specifika data ej finns att tillgå.
- Personaltransport för elektriker när sådan krävs vid utbyte är uteslutet eftersom tillgång på relevant data saknas. Transporten bedöms stå för mindre än 1% av den totala energianvändningen och materialåtgången.
- Omhändertagande av uttjänta armaturer, LED-lampor och LED-moduler inkluderas inte i livscykelanalysen. Avfallshandlingen bedöms stå för mindre än 5 % av den totala energianvändningen och materialåtgången.
- Studien tar inte hänsyn till om man väljer en armatur på 1 kg eller en armatur på 4 kg, men en känslighetsanalys visar hur vikten på armaturen kan slå på resultaten.

Studien avgränsar sig till tre olika armaturer som säljs på den svenska marknaden idag. Alla tre armaturer är tillverkade av främst aluminium och fästs på fasaden. Det finns även andra typer av armaturer för utebelysning i andra material eller anpassade för att monteras i marken eller på stolpar.

#### 4.7 DATAKVALITET

Vid modellering i SimaPro används EcoInvents databas 3.4 (uppdaterad mars 2018) som utvald generisk databas. Databasen bedöms hålla hög kvalitet.

#### 4.8 DATALUCKOR

Studien baseras på tre armaturer med utförliga beskrivningar av material innehåll i Byggvarubedömningen (BVB). På marknaden finns betydligt fler armaturer och studien kan inte användas för att bedöma alla utebelysningsarmaturer med LED.

Inga uppgifter om energianvändning vid montage i fabrik eller avfall vid montage finns tillgängliga och inkluderas därför inte.

När det gäller den icke integrerade LED-belysningen med utbytbar LED-modul har innehållsförteckningen i Byggvarubedömningen 96 % av allt materialinnehåll, men transformator saknas. Då de båda andra armaturerna har transformator i den utbytbara lampan eller integrerad i armaturen och en transformator behövs, så antogs en transformator. För den icke integrerade LED-belysningen med utbytbar LED-modul antogs

en något mindre transformator än armaturen med den Integrerade LED-belysningen och därmed blev det totala redovisade materialinnehållet 99 %.

Den integrerade LED-belysning hade allt material redovisat i < procentsatser, dvs med ett mindre än tecken framför varje procentsats. Detta medförde ett överskattat deklarerat materialinnehåll på 116 %. Därför skalades mängderna ned till 98 %, genom att skala bort lite från varje komponent.

#### **4.9 TREDJEPARTSGRANSKNING**

En tredjepartsgranskning krävs enligt ISO 14040-44 och utförs av LCA-experten Marcus Wendin på Miljögiraff, se bifogad granskningsrapport.

## 5 LIVSCYKELINVENTERING

De utförliga innehållsförteckningarna för de tre olika armaturerna har hämtats från Byggvarubedömningen, BVB. Dessa tillsammans med en antagen vikt på 80 g för en LED-lampa utgör grunden i livscykelinventeringen. De tre olika armaturerna är:

- Icke integrerad LED-belysning med utbytbar LED lampa (100 % av materialinnehållet är redovisat i BVB och inkluderat i livscykelanalysen)
- Icke integrerad LED-belysning med utbytbar LED modul (96 % av materialinnehållet är redovisat i BVB. Här har en transformator adderats vilket medför att 99 % av materialinnehållet är inkluderat i livscykelanalysen, se mer under kapitel 4.8)
- Integrerad LED-belysning (116 % materialinnehåll enligt BVB eftersom < tecken används, mängderna dock nerskalade och 98 % av materialinnehållet är inkluderat i livscykelanalysen, se mer under kapitel 4.8)

I Tabell 3 till 9 visas indata. Tabellerna ger även information om vilket indata och vilka processer från Ecoinvent som har använts vid modellering i SimaPro.

*Tabell 3. Livscykelinventering för icke integrerad LED-belysning med utbytbar LED lampa samt valda processer*

	Innehåll	Mängd	Enhet	LCA-Process	LCA-Källa
<b>Icke integrerad LED-belysning med utbytbar LED lampa</b>	Aluminium	75	%	Aluminium, primary, ingot {IAI Area, EU27 EFTA}  production   Cut-off, U & Metal working, average for aluminium product manufacturing {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Rostfritt stål	4	%	Steel, chromium steel 18/8 {GLO}  market for   Cut-off, U Metal working, average for chromium steel product manufacturing {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Keramik	4	%	Sanitary ceramics {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Plast PMMA	10	%	Polymethyl methacrylate (PMMA) beads, production mix, at plant RER Injection moulding {RER}  processing   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Plast ABS	4	%	Acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer {RER}  production   Cut-off, U Injection moulding {RER}  processing   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Plast PC	<1	%	Polycarbonate {GLO}  market for   Cut-off, U Injection moulding {RER}  processing   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Plast PE	1	%	Polyethylene, low density, granulate {GLO}  market for   Cut-off, U Injection moulding {RER}  processing   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Kabel	1	%	Cable, unspecified {GLO}  production   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Silikon	2	%	Silicone product {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	LED-lampa utbytbar inkl. transformator	80	G	Utbytbar, Material se tabell. 4	Ecoinvent 3.4

Tabell 4. Livscykelinventering för utbytbar 80 gram LED-lampa till icke integrerade LED-belysningen, transport till kund samt valda processer

	Innehåll	Mängd	Enhet	LCA-Process	LCA-Källa
I utbytbar LED lampa, vikt 80 gram	Glas	20	Gram	Flat glass, coated {GLO}  market for   Cut-off, U Tempering, flat glass {RER}  processing   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Rostfritt stål	10	Gram	Steel, chromium steel 18/8 {GLO}  market for   Cut-off, U Metal working, average for chromium steel product manufacturing {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Plast	20	Gram	Polypropylene, granulate {GLO}  market for   Cut-off, U Extrusion, plastic pipes {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	LED diod	0,035	Gram	Light emitting diode {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	LED modul transformator	30	Gram	Transformer, low voltage use {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Transport till kund, lastbil	0,004	Tkm	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RER}  transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Transport till kund, lbåt	0,516	Tkm	Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4

Tabell 5. Livscykelinventering för icke integrerad LED-belysning med utbytbar LED-modul samt valda processer

	Innehåll	Mängd	Enhet	LCA-Process	LCA-Källa
Icke integrerad LED-belysning med utbytbar LED modul	Aluminium	72	%	Aluminium, primary, ingot {IAI Area, EU27 EFTA}  production   Cut-off, U & Metal working, average for aluminium product manufacturing {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Rostfritt stål	<1	%	Steel, chromium steel 18/8 {GLO}  market for   Cut-off, U Metal working, average for chromium steel product manufacturing {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Plast PC	15	%	Polycarbonate {GLO}  market for   Cut-off, U Injection moulding {RER}  processing   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Kabel	3	%	Cable, unspecified {GLO}  production   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Silikon	6	%	Silicone product {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Pulver-lackering	<1		Coating powder {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	LED-diod Utbytbar	<1	%	Light emitting diode {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	LED-modul transformator Utbytbar	3	%	Transformer, low voltage use {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4

Tabell 6. Livscykelinventering för utbytbar 53 gram LED-modul till icke integrerade LED-belysningen, transport till kund samt valda processer

	Innehåll	Mängd	Enhet	LCA-Process	LCA-Källa
Utbytbar LED modul, vikt 53 gram	LED diod	1,7	Gram	Light emitting diode {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	LED modul transformator	51	Gram	Transformer, low voltage use {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Transport till kund, lastbil	0,0025	Tkm	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RER}  transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Transport till kund, lbåt	0,332	Tkm	Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4

Tabell 7. Livscykelinventering för en integrerad LED-belysning samt valda processer

	Innehåll	Mängd	Enhet	LCA-Process	LCA-Källa
Integrerade LED-belysning, vikt 1 kg	Aluminium	74	%	Aluminium, primary, ingot {IAI Area, EU27 EFTA}  production   Cut-off, U & Metal working, average for aluminium product manufacturing {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Rostfritt stål	1	%	Steel, chromium steel 18/8 {GLO}  market for   Cut-off, U Metal working, average for chromium steel product manufacturing {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Varmförzinkat stål	4	%	Steel, low-alloyed {GLO}  market for   Cut-off, U Zinc coat, pieces {RER}  zinc coating, pieces   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Plast PC	4	%	Polycarbonate {GLO}  market for   Cut-off, U Injection moulding {RER}  processing   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Plast ABS	4	%	Acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer {RER}  production   Cut-off, U Injection moulding {RER}  processing   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Plast PE	5	%	Polyethylene, low density, granulate {GLO}  market for   Cut-off, U Injection moulding {RER}  processing   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Kabel	5	%	Cable, unspecified {GLO}  production   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Silikon	<1	%	Silicone product {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Mönsterkort, 99% glasfiber- armerad epoxi	1	%	Glass fibre reinforced plastic, epoxy resin, {RER}  production   Cut-off, U Modifierad process	Ecoinvent 3.4
	Elektronik ospecificerat	1	%	Electronic component, passive, unspecified {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	LED modul LED diod	<1	%	Light emitting diode {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	LED modul transformator	3	%	Transformer, low voltage use {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4



Tabell 8. Livscykelinventering för transport av 1 kg armatur som behöver bytas under livscykeln och den el som förbrukas under driftfasen samt valda processer.

	Innehåll	Mängd	Enhet	LCA-Process	LCA-Källa
Transport	Transport till kund, lastbil	0,05	Tkm	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RER}  transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	Transport till kund, i båt	6,5	Tkm	Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}  market for   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
El	Elanvändning LED /år	80	kWh	Electricity, low voltage {SE}  market for   Cut-off, S	Ecoinvent 3.4

Tabell 9. Livscykelinventering för sluthantering av armaturer, LED-lampa och LED-modul

	Innehåll	Mängd	Enhet	LCA-Process	LCA-Källa
Transport	Transport till avfallsstation, lastbil	10	kgkm	Municipal waste collection service by 21 metric ton lorry {CH}  market for municipal waste collection service by 21 metric ton lorry   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
Avfallsscenario	LED-armatur återvinning på återvinningscentral	90	%	<b>LED armatur återvinning</b> Electronics scrap from control units {RER}  treatment of   Cut-off, U Aluminium (waste treatment) {GLO}  recycling of aluminium   Cut-off, U Kvarstående Waste (waste scenario) {NL}  treatment of waste   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4
	10 % antas hamna i vanliga sopor	10	%	Waste (waste scenario) {NL}  treatment of waste   Cut-off, U	Ecoinvent 3.4

## 5.1 BERÄKNINGAR

Livslängden är 25 år. Den totala elanvändningen under driftfasen och hur ofta LED-lampan/modulen respektive hela armaturen måste bytas ut beräknas enligt nedan.

Antalet brinntimmar för utomhusbelysning med skymningsrelä ligger på ca 4000 timmar per år (2017, SCB). Den antagna effekten för samtliga armaturerna är 20 Watt.

Elanvändning per år (20 Watt*4 000 h)	80kWh/år
Elanvändning per 25 år	2 000 kWh/25 år
Scenario 1 livslängd LED (25 000 h/4 000 h)	6,3 år
Scenario 2 livslängd LED (50 000 h/4 000 h)	12,5 år

Scenario 1 innebär 4 utbyten av LED-lampan/modulen eller hela armaturen under studieperioden på 25 år. Scenario 2 innebär 2 utbyten av LED-lampan/modulen eller hela armaturen.

## 6 RESULTAT

Utifrån vald bedömningsmetoden beräknas och redovisas den potentiella miljöpåverkan för olika påverkanskategorier. CML-IA baseline och CML-IA non baseline är vetenskapligt

baserade metoder och genererar ett resultat med låg osäkerhet. Den totala miljöpåverkan för produktion av de tre olika armaturerna redovisas nedan, se tabell 10.

## 6.1 RESULTAT FÖR ALLA MILJÖPÅVERKANSKATEGORIER - LED UTEBELYSNING

I tabell 9 och 10 visas den jämförande livscykelanalysen för tre olika LED-utebelysningsarmaturer. Den potentiella miljöpåverkan från tillverkning, transport till kund samt drift och utbyten redovisas för de två olika scenarierna där antagen brinntid för LED är 25 000 respektive 50 000 timmar. Armaturen med den integrerade LED-belysningen utan möjlighet till byte av LED-lampa/modul har större potentiell miljöpåverkan. Miljöpåverkan är nära tre gånger så stor, för samtliga påverkanskategorier när brinntiden för LED är 25 000 timmar (scenario 1). När det gäller den potentiella miljöpåverkan är den nära dubbelt så stor när brinntiden för LED är 50 000 timmar (scenario 2). Det är ingen signifikant skillnad för de icke integrerade LED-belysningarna om armaturer har en utbytbar LED-lampa eller utbytbar LED-modul.

## 6.2 TOLKNING OCH UTVÄRDERING

Då klimatpåverkan är en av vår tids största miljöfrågor får den fortsättningsvis särskilt fokus i tolkning och utvärdering, övriga miljöpåverkanskategorier följer dock samma mönster.

*Tabell 10. Resultat för miljöpåverkanskategorier per funktionell enhet, FU, Armatur (1 kg) med LED-belysning på 20 W för studieperioden på 25 år. Scenario 1 med en brinntid 25 000 timmar.*

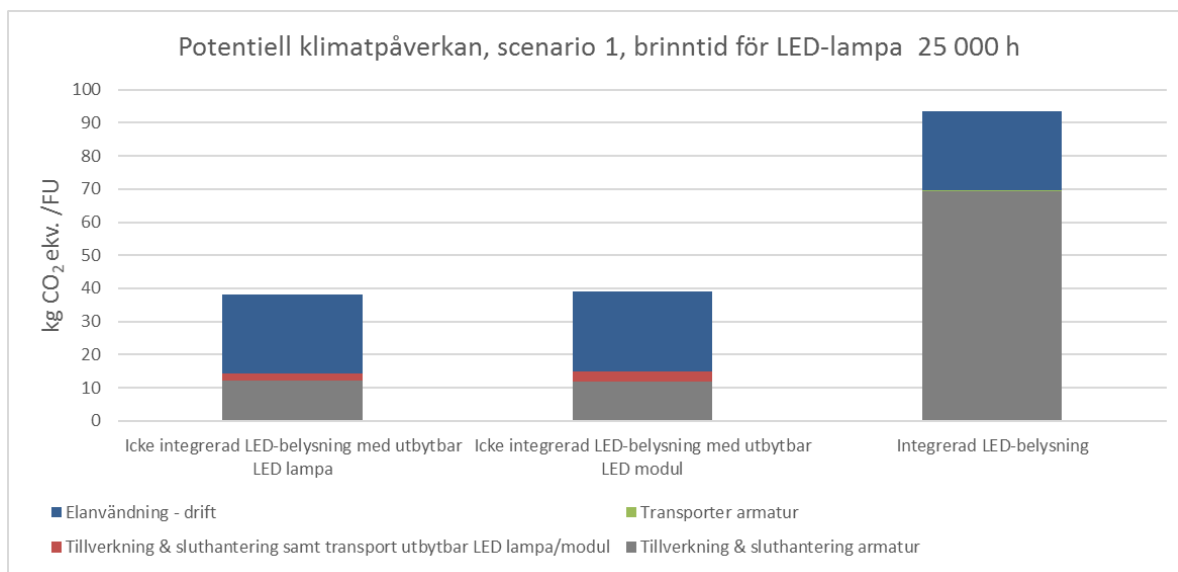
Påverkansfaktor	Enhet	Icke integrerad LED-belysning med utbytbar LED-lampa	Icke integrerad LED-belysning med utbytbar LED-modul	Integrerad LED-belysning
Global uppvärmningspotential	kg CO <sub>2</sub> ekv.	38,2	38,9	93,2
Utarmningspotential av stratosfäriska ozonlagret	kg CFC-11 ekv.	0,000027	0,000027	0,000031
Förurningspotential av mark och vatten	kg SO <sub>2</sub> ekv.	0,23	0,24	0,61
Övergödningspotential	kg(PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> ekv.	0,12	0,13	0,33
Potential för bildning av troposfäriska ozon-fotokemiska oxidanter	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -ekv.	0,013	0,013	0,043
Abiotisk utarmningspotential av icke-fossila resurser	kg Sb ekv.	0,00047	0,00054	0,00545
Abiotisk utarmningspotential av fossila resurser	MJ	330	331	852

Tabell 11. Resultat för miljöpåverkanskategorier per funktionell enhet, FU, Armatur (1 kg) med LED-belysning på 20 W för studieperioden på 25 år. Scenario 2 med en brinntid 50 000 timmar.

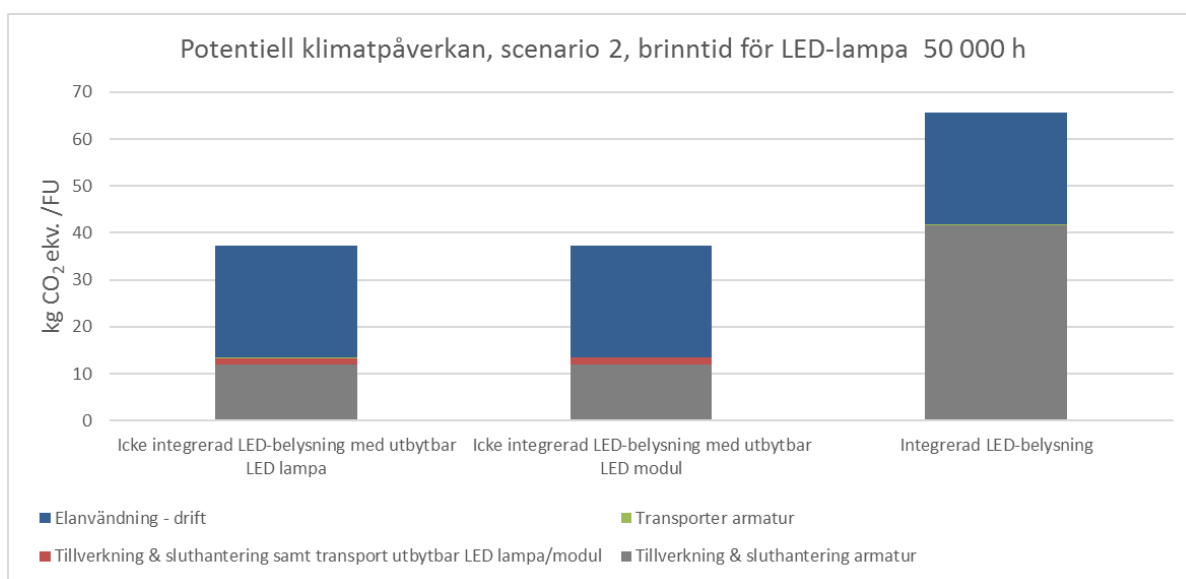
Påverkansfaktor	Enhet	Icke integrerad LED-belysning med utbytbar LED-lampa	Icke integrerad LED-belysning med utbytbar LED-modul	Integrerad LED-belysning
Global uppvärmningspotential	kg CO <sub>2</sub> ekv.	37,3	37,4	65,5
Utarmningspotential av stratosfäriska ozonlagret	kg CFC-11 ekv.	0,000027	0,000027	0,000029
Försurningspotential av mark och vatten	kg SO <sub>2</sub> ekv.	0,22	0,22	0,42
Övergödningspotential	kg(PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> ekv.	0,11	0,12	0,23
Potential för bildning av troposfäriska ozon-fotokemiska oxidanter	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -ekv.	0,012	0,012	0,028
Abiotisk utarmningspotential av icke-fossila resurser	kg Sb ekv.	0,00043	0,00047	0,00339
Abiotisk utarmningspotential av fossila resurser	MJ	320	315	587

#### 6.2.1 KLIMATPÅVERKAN FRÅN BELYSNINGSARMATURERNAS OLIKA DELAR AV LIVSCYKELN

I figur 2 och 3 visas de två scenarierna för de tre undersökta armaturerna. Här redovisas hela livscykeln uppdelad på tillverkning av armaturerna inklusive LED-lampor, transport till kund samt driftskede med elanvändning och utbyte. Utbyte innebär nytillverkning av LED-lampor/moduler (icke integrerade armaturer) eller nytillverkning av hela armaturen (integrerad armatur). I utbyte ingår även sluthantering av armatur, både armaturer och utbytbara delar. Det är tydligt att nytillverkningen av armaturen för den integrerade LED-belysningen medför en högre klimatpåverkan. Kortare brinntid för LED-dioden medför större skillnad i klimatpåverkan mellan integrerad LED-belysning och icke integrerad LED-belysning.



Figur 2. Scenario 1 med en brinntid för LED-lampan på 25 000 timmar visar fördelningen av den potentiella klimatpåverkan från olika delar av livscykeln för de olika armaturerna. Resultatet redovisas per funktionell enhet, FU, Armatur (1kg) med LED-belysning på 20 W med en livslängd på 25 år.

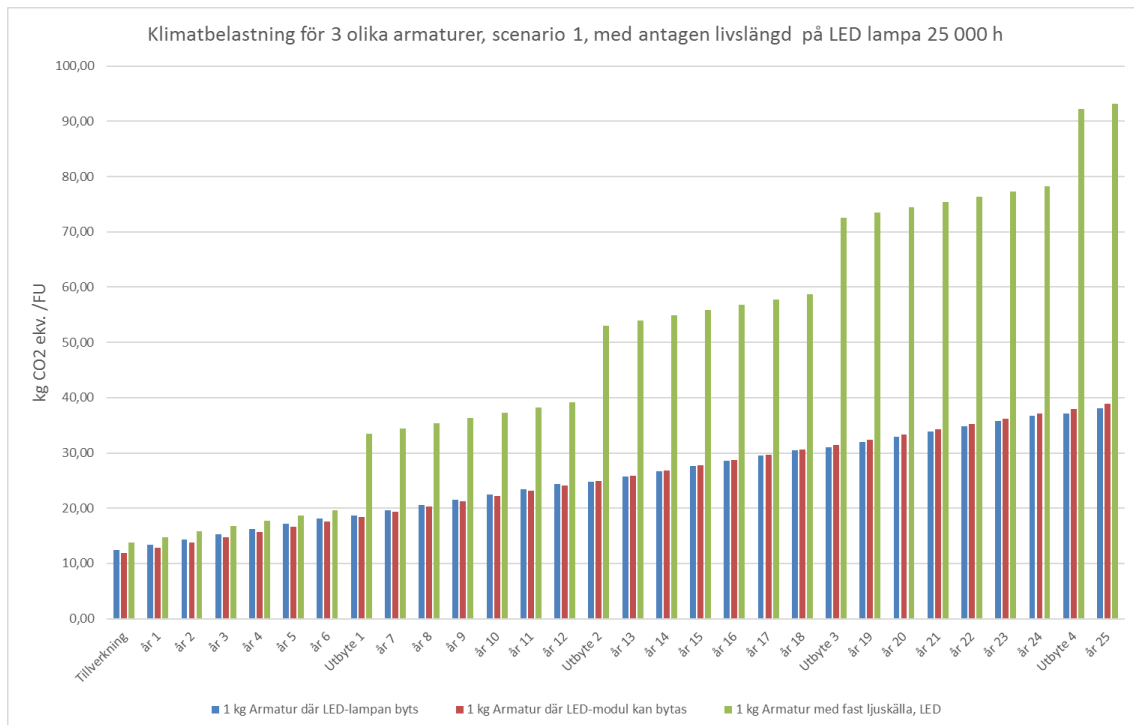


Figur 3. Scenario 2 med en brinntid för LED-lampan på 50 000 timmar visar fördelningen av den potentiella klimatpåverkan från olika delar av livscykeln för de olika armaturerna. Resultatet redovisas per funktionell enhet, FU, Armatur (1kg) med LED-belysning på 20 W för studieperioden på 25 år

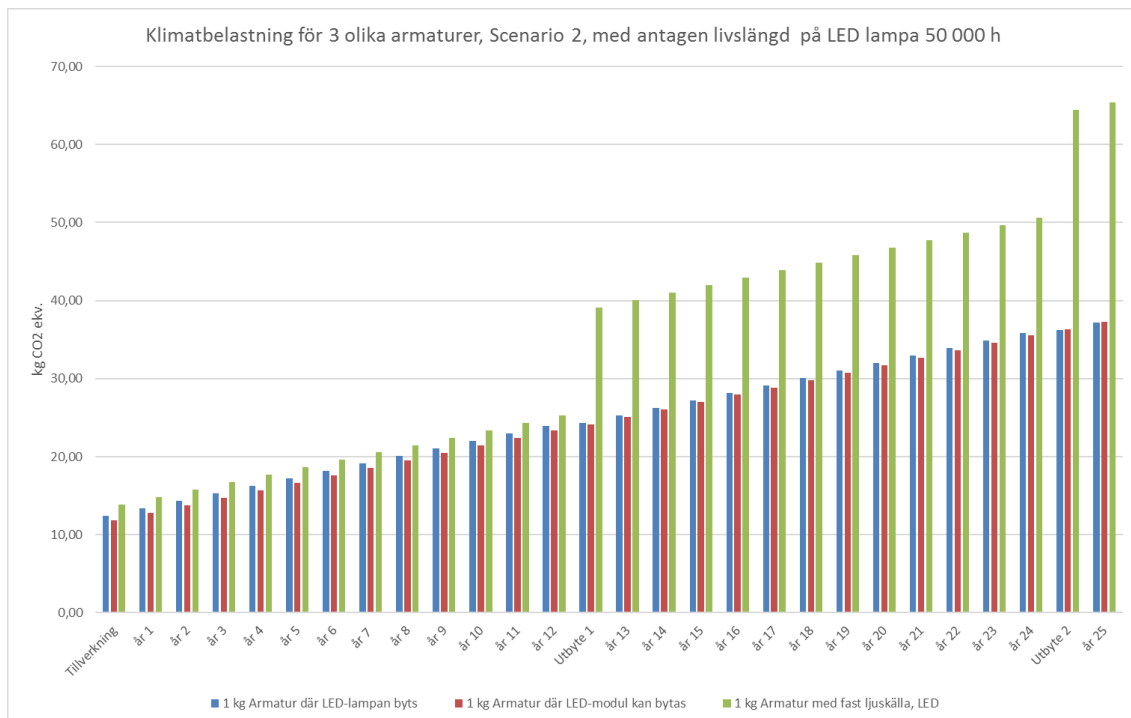
## 6.2.2 KLIMATPÅVERKAN FÖR BELYSNINGSARMATURERNA ÖVER TID

Det är viktigt att förstå hur miljöpåverkan/klimatpåverkan ser ut över tid, eftersom skillnaden mellan en integrerad eller icke integrerad LED armatur påverkas av hur länge en belysning kommer att nyttjas. I figur 4 illustreras den potentiella klimatpåverkan över tid för Scenario 1. När livslängden för LED är 25 000 timmar blir det en skillnad i klimatpåverkan först efter sex år. Det är när LED-lampan/modulen byts för första gången i de icke integrerade LED-belysningen och hela armaturen behöver bytas för den integrerade LED-belysningen.

I scenario 2 är klimatbelastningen i stort sett densamma för alla tre armaturer under de första tolv åren, då LED-lampans/modulens livslängd på 50 000 timmar är slut och första utbytet behöver genomföras, se figur 5.



Figur 4. Scenario 1 med en brinntid för LED lampans på 25 000 timmar visar den potentiella klimatpåverkan över tid för de olika armaturerna. Resultatet redovisas per funktionella enhet, FU, Armatur (1kg) med LED-belysning på 20 W för studieperioden på 25 år.

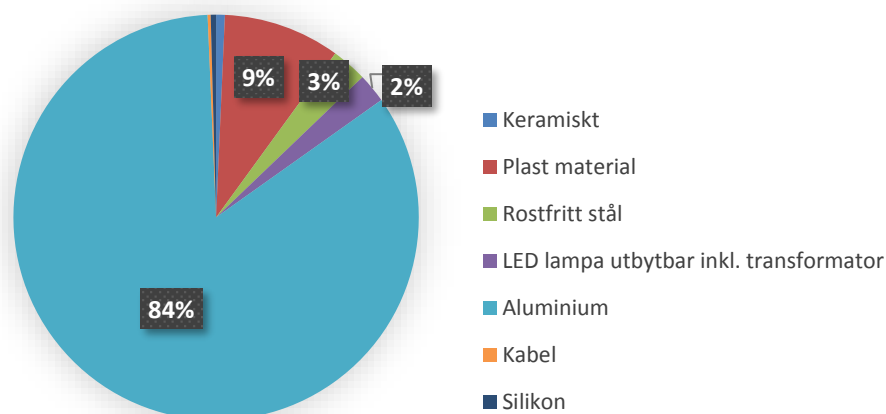


Figur 5. Scenario 2 med en brinntid för LED lampan på 50 000 timmar den potentiell klimatpåverkan över tid för de olika armaturerna. Resultat redovisas per funktionella enhet, FU, Armatur (1kg) med LED-belysning på 20 W för studieperioden på 25 år.

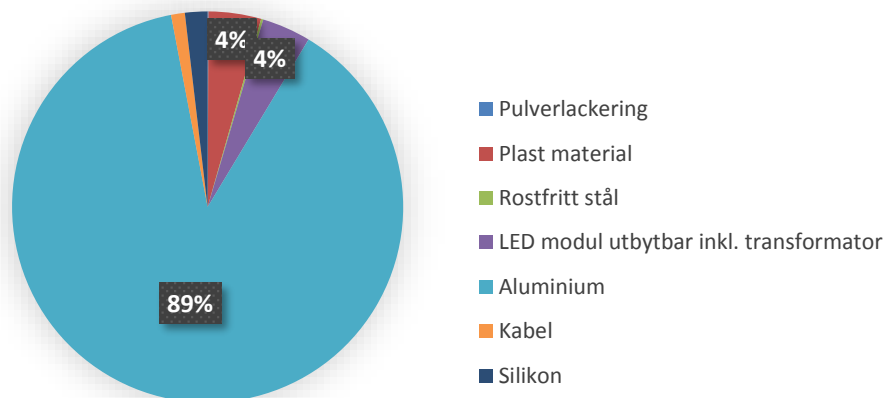
### 6.2.3 KLIMATPÅVERKAN FRÅN TILLVERKNING AV MATERIAL TILL ARMATURER

Vid tillverkning av material till de olika utebelysningsarmaturerna är det framförallt materialet aluminium som står för merparten av klimatpåverkan. I figur 6 illustreras klimatpåverkan från olika delar av produktionen av de tre armaturerna i form av ett cirkeldiagram. I de olika utebelysningsarmaturerna, tillverkade i främst aluminium, kommer över 70 % av den potentiella klimatpåverkan från tillverkning och bearbetning av aluminium.

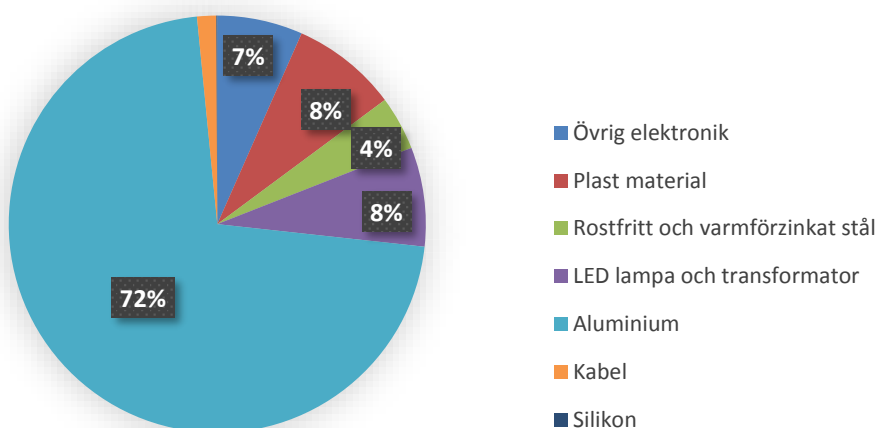
#### Produktion av armatur icke integrerad LED-belysning med utbyttbar LED-lampa



### Produktion av armatur icke integrerad LED-belysning med utbytbar LED-modul



### Produktion av armatur integrerad LED-belysning



Figur 6. Fördelningen av den potentiell klimatpåverkan från olika delar av produktionen för armaturer

## 7 VALIDERING

### 7.1 KONSEKVENSANALYS

Modellering och metodik är konsekvent genom hela processen. Rapporten och resultaten motsvarar uppsatta mål och omfattning och inga avvikelser har gjorts.

### 7.2 OSÄKERHETSANALYS

Miljöpåverkan redovisas i flera olika påverkanskategorier. De generiska data från EcolInvent som använts i denna studie innehåller osäkerhetsdata.

Standardavvikelsen, med 95 % konfidensintervall, för de olika miljöpåverkanskategorierna har en variationskoefficient på mellan  $\pm 0,01$  till  $0,014$  %, vilket visar på låg osäkerhet i grunddatat. Den fossila klimatpåverkan har liten osäkerhet då standardavvikelsen med 95 % konfidensintervall har en variationskoefficient på  $0,09$  %.

En annan konsekvens som tas upp under diskussionen är huruvida slutkunden kommer att byta ut utbytt LED-modul när den slutar fungera eller om hela armaturen byts ut.

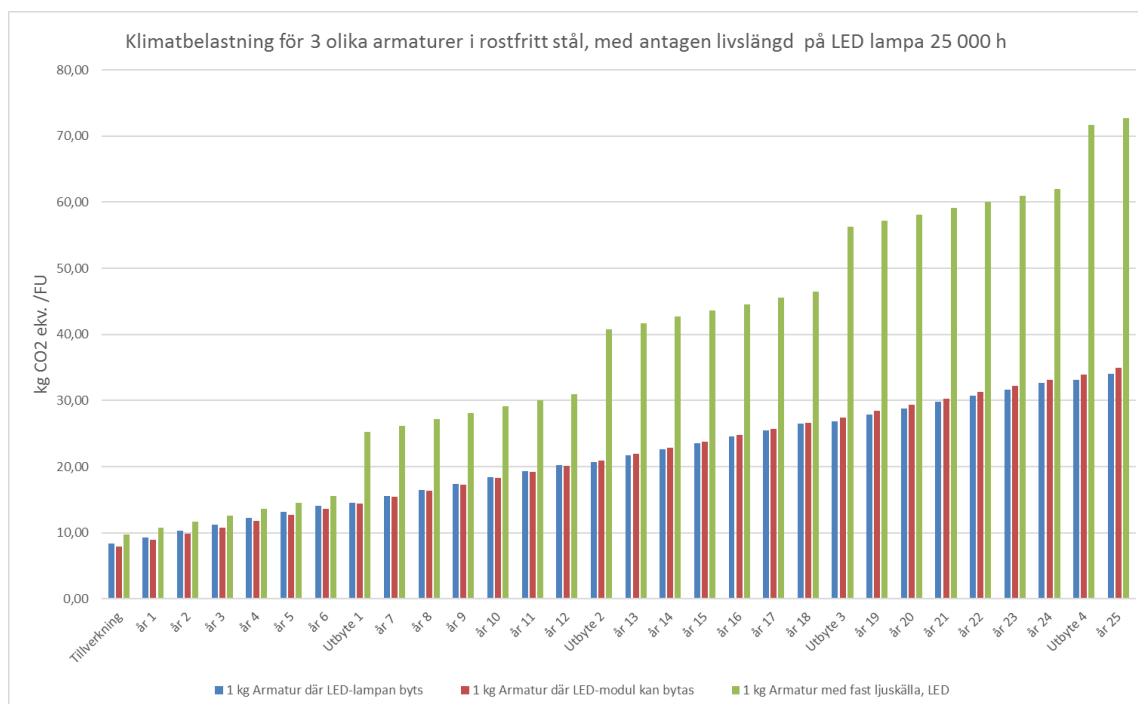
### 7.3 KÄNSLIGHETSANALYS

Brinntiden/livstiden för LED är en styrande faktor varför två olika scenarier sattes upp och skillnaden på 25 000 timmar och 50 000 timmar är viktig. Samtidigt spelar även faktorn på en genomsnittlig brinntid för LED-lampor på 4000 timmar per år in, men det antagandet känns rimligt och väl underbyggt och en variation här är mindre i storleksordning än de två scenarierna för olika brinntid.

Vid 50 000 timmars brinntid skiljer sig den potentiella miljö- och klimatpåverkan sig inte signifikant mellan den icke integrerade och den integrerade armaturen förrän efter 12 år, då första utbytet sker, se figur 5. De två scenarierna ger en bra känslighetsanalys över brinntid och livstid.

#### 7.3.1 JÄMFÖRELSE MED ARMATURER GJORDA AV ROSTFRITT STÅL

Inga jämförelser med andra LCA-studier har gjorts, men inom studien undersökts även hur livscykelanalysen skulle se ut om armaturerna var tillverkade i främst rostfritt stål istället för aluminium. Andelen aluminium i de olika armaturerna ersattes med rostfritt stål och resultaten blir likvärdiga. Dock har rostfritt stål något lägre klimatpåverkan än aluminium, varför skillnaden mellan de icke integrerade och den integrerade enheten är mindre, se figur 7. Vid brinntiden 25 000 timmar (scenario 1) är den potentiella miljöpåverkan dubbelt så stor när armaturen är tillverkad i rostfritt stål istället, jämfört med nära på tre gånger så stor när armaturerna var tillverkade i aluminium

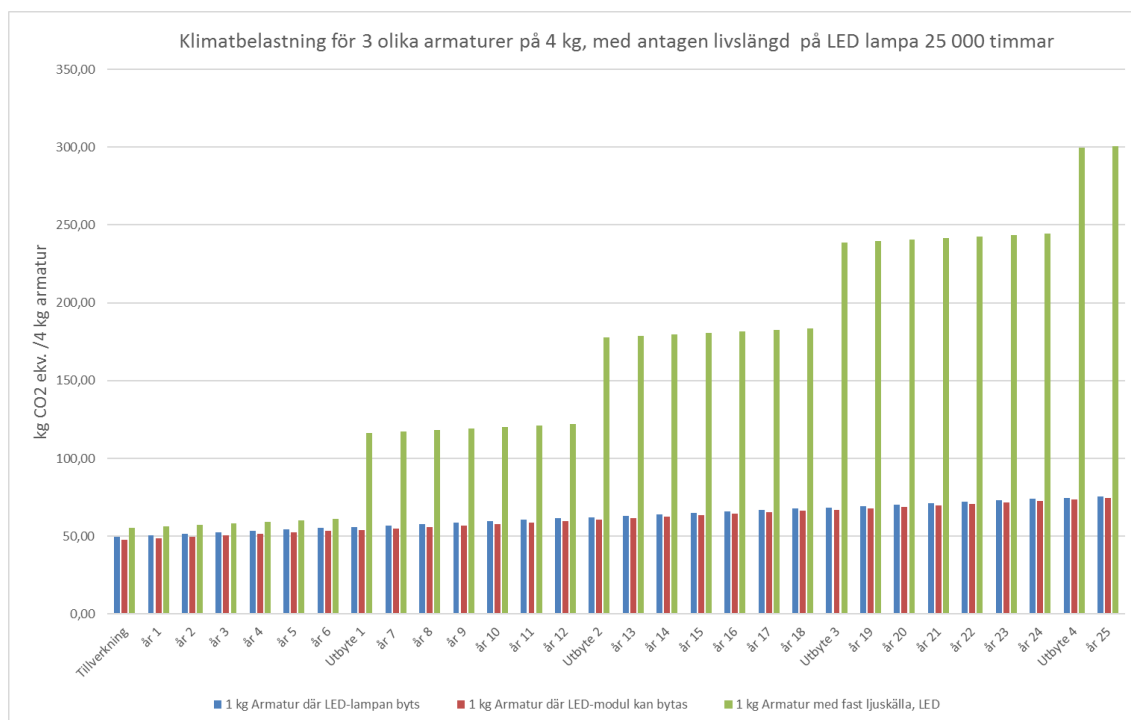


Figur 7. Känslighetsanalys enligt scenario 1 där armaturer är av rostfritt stål istället för aluminium med en brinntid för LED-lampor på 25 000 timmar. Den potentiella klimatpåverkan visas över tid för de olika armaturerna. Resultat redovisas per funktionell enhet, FU, Armatur (1kg) med LED-belysning på 20 W för studieperioden på 25 år.



### 7.3.2 KÄNSLIGHETSANALYS AV OLIKA VIKTER FÖR ARMATURENA

I verkligheten vägde de olika jämförda armaturerna mellan 1- 4 kg. En integrerad utebelysningsarmatur (LED) som behöver bytas ut och på grund av design väger 4 kg istället för 1 kg ger en större miljöbelastning. Detta eftersom mer material dvs mer aluminium (eller rostfritt stål) behöver tillverkas. För en armatur av aluminium som väger 4 kg kan klimatpåverkan bli upp till fyra gånger högre för en integrerad LED-belysning utan möjlighet till byte av LED-lampa/modul jämfört med icke integrerad LED-belysning, se figur 8.



Figur 8. Känslighetsanalys enligt scenario 1 där armaturerna antas väga 4 kg istället för 1 kg med en brinntid för LED-lampan på 25 000 timmar Den potentiella klimatpåverkan visas över tid för de olika armaturerna. Resultatet redovisas per 4 kg armatur med LED-belysning på 20 W för studieperioden på 25 år.

## 8 DISKUSSION

Jämförelserna visar tydligt att utebelysningsarmaturer (LED) av aluminium med utbytbar LED-lampa/modul har en potentiellt mindre miljö- och klimatpåverkan över en 25 års studieperiod. Initialt är miljöpåverkan densamma men över tid, egentligen från den dagen en LED-lampa (eller en hel armatur) behöver bytas för att LED-lampans brinntid/livstid nått sitt slut, har den integrerade LED-belysningen större miljöpåverkan.

Det är viktigt att förstå hur miljöpåverkan/klimatpåverkan ser ut över tid, eftersom skillnaden mellan en integrerad eller icke integrerad LED armatur påverkas av hur länge en belysning kommer att nyttjas.

När livslängden för LED-dioden är 25 000 timmar blir det en skillnad i klimatpåverkan efter sex år då LED-lampan/modulen byts för första gången i den icke integrerade LED-belysningen och hela armaturen behöver bytas för den integrerade LED-belysningen. När livslängden för LED-dioden är 50 000 timmar blir det en skillnad i klimatpåverkan först efter tolv år.

En annan viktig aspekt när det gäller att välja utebelysningsarmaturer (LED) är vilket material som utgör merparten av armaturen. Denna studie visar att utebelysningsarmaturer där andelen aluminium byts ut mot rostfritt stål ger en något lägre klimatpåverkan, samtidigt spelar naturligtvis armaturens totala vikt in. Självklart kommer tyngre armaturer ha en ökad miljöpåverkan. I studien normaliserades all indata mot den funktionella enheten. I verkligheten vägde de olika armaturerna mellan 1- 4 kg.

## SLUTSATSER

Jämförelserna visar tydligt att utebelysningsarmaturer (LED) av aluminium men också i rostfritt stål med utbytbar LED-lampa/modul har en potentiellt mindre miljö- och klimatpåverkan över en 25 års studieperiod. Den potentiella miljöpåverkan från tillverkning, transport till kund samt drift och utbyten är upp till tre gånger så stor, för den integrerade LED-belysningen utan möjlighet till byte av LED-lampa/modul.

Initialt är miljöpåverkan densamma för de olika armaturerna men över tid, egentligen från den dagen en armatur behöver bytas för att LED-lampans brinntid/livstid nått sitt slut, har den integrerade LED-belysningen större miljöpåverkan.

Det är ingen signifikant skillnad på miljöbelastningen om armaturerna har en utbytbar LED-lampa eller utbytbar LED-modul under förutsättning att belysningsarmaturer med utbytbar LED-modul hanteras på ett sådant sätt att själva modulen byts ut när LED-dioden livslängd är slut.

Den potentiella miljöbelastningen är proportionell mot utebelysningens vikt. Tyngre utebelysningsarmaturer (LED) som behöver bytas ut och som på grund av design kanske väger 4 kg istället för 1 kg ökar miljöbelastningen. I ett sådant fall är klimatpåverkan upp till fyra gånger högre för en integrerad LED-belysningen utan möjlighet till byte av LED-lampa/modul än för en icke integrerad LED-belysningen över en 25 års studieperiod.

## BEGRÄNSNINGAR OCH OSÄKERHETER

En osäkerhet och begränsning är att själva slutmonteringen/tillverkningen och dess energi- och materialåtgång för spill och annat avfall etc. inte inkluderas.

Slutmontering/tillverkningen bedöms stå för mindre än 5 % av den totala energianvändningen och materialåtgången. Osäkerheten är dock stor när det gäller den ökade materialåtgången för det spill som blir i samband med slutmontaget i tillverkningen. Tillverkning av mer material (det som blir spill under tillverkningen) kan vara högre än 5 %. Skillnaderna i miljöbelastning mellan utebelysningsarmaturer (LED) med utbytbar LED-lampa/modul och utebelysningsarmaturer med integrerad LED förväntas öka om även slutmonteringen/tillverkningen inkluderas.

Livscykelanalysen tar inte heller hänsyn till hur belysningsarmatur med utbytbar LED-modul kommer att hanteras ute hos slutkund. En LED-modul är utbytbar, men här behöver man vara elektriker eller i alla fall professionell och kunnig i sitt utövande. Det finns risk för att belysningsarmaturer med utbytbar LED-modul ute hos slutkund hanteras som integrerade LED-belysningar. Det skulle i så fall innebära att de icke integrerade belysningsarmaturerna med utbytbar LED-modul skulle få högre miljö- och klimatpåverkan och inte skilja sig signifikant mot den integrerade enheten.

En annan aspekt som kan påverka utfallet negativt för den integrerad LED-belysningen är att när belysningen förr eller senare går sönder finns risk för att samma typ av belysning inte längre finns på marknaden. När den integrerade LED-belysningen går sönder, och är exempelvis en av fyra fasadlampor, kan den integrerade LED-belysningen ha slutat säljas. Från en dag till en annan saknar man därmed ett enhetligt belysningsssystem och står då

inför valet att även byta ut de tre armaturer som fortfarande fungerar. Denna aspekt tar inte livscykelanalysen hänsyn till.

Livslängden för LED-diod inklusive transformator uppskattas från att vara 15 000 timmar upp till 100 000 timmar och livslängden har stor inverkan på resultatet. Det är därför viktigt att resultaten redovisas för de två olika scenarier, 25 000 timmar och 50 000 timmar.

#### REKOMENDATIONER

Att utöka studien inkludera slutmonteringen/tillverkningen och dess energianvändning och materialåtgång skulle minska osäkerheten. Framförallt spill vid tillverkningen kan göra stora skillnader för miljöbelastningen.

Det vore även intressant att jämföra fristående utelysningsarmaturer med solcell mot armaturer med fast anläggning och kablar samt i livscykelanalysen även inkludera anläggningsdelen.

## 9 REFERENSER

- Borg & Co (2018) LED-revolutionen- utmaningar och möjligheter för Sverige. En underlagsrapport till Energimyndighetens uppdrag Belysningsutmaningen – en nationell kraftsamling inom belysningsområdet. Borg & Co Copyright mars 2018.  
Hämtad 2019-05-22:  
<http://www.energimyndigheten.se/globalassets/belysningsutmaningen---portal/rapporter/led-revolutionen-borgoc-2017-underlagsrapport-belysningsutmaningen.pdf>
- IEA 2014 Solid State Lighting Annex: Life Cycle Assessment of Solid State Lighting. Final Report, Energy Efficient End-Use Equipment (4E) International Energy Agency SSL Annex Task 1, 17 September 2014
- SABO (2013) Program för utomhusbelysning, Feb 2013, Familjebostäder i Göteborg
- Lampinfo (2019) Fakta om LED lampor, (<http://lampinfo.se/fakta-om-led-lampor/> Hämtad 2019-05-07)



## Life Cycle Assessment Review Report By Miljögiraff

Commissioner: Anna Pantze, Tyréns AB

Reviewer: Marcus Wendin, Miljögiraff AB

Date: 2019-09-19

# 1 Background and objectives

In an assignment for Villaägarna, Tyréns carried out a life cycle assessment of a general exterior lamp with LED. They want to use the results in external communication. Also, they want to say how much better a lamp is if the led can be replaced.

For that comparison they will relate to a period of 50 years. The LCA was carried out according to the standards ISO 14040-44. In this context, the customer would like to launch an external critical review according to the standard ISO 14040 of this study. This critical review shall turn around points defined by the standard ISO (objectives and scope, analysis of the inventory, the evaluation of the impacts and the interpretation).

For this LCA one LCA expert should review the LCA for compliance to:

- ISO standard 14040:2006 – Life Cycle Assessment Principles and Framework
- ISO standard 14044:2006 – Life Cycle Assessment Requirements and Guidelines

## 1.1 Description of the work to be reviewed

The International Organization for Standardization (ISO) (2006a:6.3) states the following concerning the procedure for the review of a comparative study planned to be published:

“A critical review may be carried out as a review by interested parties. In such a case, an external independent expert should be selected by the original study commissioner to act as chairperson of a review panel of at least three members. Based on the goal and scope of the study, the chairperson should select other independent qualified reviewers. This panel may include other interested parties affected by the conclusions drawn from the LCA, such as government agencies, non-governmental groups, competitors and affected industries.”

This is a public study with comparative assertions. Therefore, a review panel would be recommended according to ISO 14040 if it should be published. For the moment it is agreed that the review is conducted only by one person.

Key characteristics for this review are summarized in Table 1 below.

**Table 1 Key characteristics of the work to be reviewed**

<b>Title</b>	LCA rapport_tredjepartsgranskad och justerad [294537]
<b>Commissioner</b>	Tyréns
<b>Main author</b>	Anna Pantze
<b>Coaching for the study</b>	Yes, regarding disposal scenario
<b>Products and variants investigated</b>	Exterior lamp with and without replaceable LED.
<b>Scope</b>	Cradle to gate and usage in 25 years
<b>Standard to be applied</b>	ISO/TS 14040 and 14044
<b>Comparative study</b>	Yes
<b>Publication foreseen</b>	Yes
<b>Size of documentation provided for review</b>	26 pages report
<b>Software for background calculations</b>	SimaPro 8.5.2
<b>Background database</b>	Ecoinvent 3.4
<b>Foreground data</b>	Examples from Byggvarubedömningen
<b>Provision of LCI data for review</b>	Documented in report
<b>Life cycle impact assessment</b>	CML IA baseline (EPD 2013 in SimaPro)
<b>Date for submission of draft 1 report</b>	20190605
<b>Date for submission of draft 2 report</b>	20190905
<b>Stages of the review</b>	One stage for review of the full LCA
<b>Planned finalization of the study</b>	20190930
<b>Meetings in person</b>	None
<b>Reviewer</b>	Marcus Wendin, Miljögiraff, SE

## 2 Standards and review criteria

The critical review will be carried out according to the International Standards ISO 14040 and 14044 (International Organization for Standardization (ISO) 2006a, b). The LCA will be reviewed according to the following five aspects outlined in ISO 14040. It is assessed if:

- *"the methods used to carry out the LCA are consistent with this International Standard*
- *the methods used to carry out the LCA are scientifically and technically valid*
- *the data used are appropriate and reasonable in relation to the goal of the study*
- *the interpretations reflect the limitations identified and the goal of the study, and*
- *the study report is transparent and consistent."*

### 2.1 Tasks of the reviewer

The tasks of the reviewers are to review the provided documentation according to Table 1 including the four LCA phases, namely

- Goal and scope definition
- Inventory analysis
- Impact assessment, and
- Interpretation

The critical review was carried out by Marcus Wendin at Miljögiraff.

The following interactions between the practitioner and the reviewer took place:

- Provision of draft LCA report dated 2019-06-05, 26 pages in PDF-format, including a full description of the study.
- Submission of detailed review comments by the reviewer, 2019-06-07
- Provision of a revised LCA report with track-changes dated 2019-06-08, 26 pages PDF-format,
- including all stages of the LCA. Abstract with two pages. Detailed answer to first review comments by the author.
- No further comments
- Submission of the review statement, dated 2019-06-14
- The LCA was extended to include disposal scenario. And an updated version was sent 2019-09-05 for review.
- Submission of the review statement, dated 2019-09-19

## 3 Critical review report

All questions of the reviewer were answered sufficiently. Upon reviewer's request revisions were made concerning allocation, credits and description of results. The critical review process took place in an open and constructive atmosphere. The final study report includes all the comments of the reviewer given in the earlier stages of the review process.

The present final version of the review report considers the revisions made by the practitioner after submitting the feedback on the pre-final report.

The goal of the study as such was not reviewed as this lies in the responsibility of the commissioner. However, it was reviewed whether or not the goal is stated explicitly and transparently. The definition of the scope was part of the critical review, in particular the definition of the functional unit, the system definition and its boundaries and the allocation approaches.

The review of the inventory analysis includes the inventory raw data in SimaPro format (input data), the modelling approaches and selected inventory results.

The review of the impact assessment includes the impact indicator results.

Within the interpretation phase, the consistency of the modelling, the data used, and the conclusions are reviewed and checked whether it is in line with the goal and scope definition. Data quality aspects, significance and sensitivity analyses as well as completeness checks are subject to the critical review too.

In general, the inventory models established are scientifically and technically valid.

All foreground data, including the whole modelling and calculations were presented to the reviewer in SimaPro format and are documented in the report. This facilitated the review considerable and is highly acknowledged.

The data used in the foreground and the background are appropriate and reasonable, given the goal and scope of the study. Nevertheless, it is not possible to fully ensure the correctness and validity of all calculations within such a review process.

The results presented in the report are well justified. The interpretation also considers the limitations due to the goal and scope of this study.

All relevant information could be found in the report. With extensive information, the report is acknowledged as transparent and consistent.

### **3.1 Self-declaration of reviewer independence & competencies**

(According to ISO/PDTS 14071, Annex B)

I Marcus Wendin, hereby declare that:

- I am not a full- or part-time employee of the study's commissioner or practitioner.
- I have not been involved in scoping or carrying out any of the work to conduct the LCA study at hand, i.e. I have not been part of the commissioner's or practitioner's project team(s).
- I do not have vested financial, political, or other interests in the outcome of the study.
- My competencies relevant to the Critical Review at hand include knowledge of and proficiency in:  
ISO 14040 and ISO 14044.  
LCA methodology and practice, particularly in the context of LCI, (including data set generation and data set review, if applicable).  
Critical Review practice.  
The scientific disciplines relevant to the important impact categories of the study.  
Environmental, technical, and other relevant performance aspects of the product system(s) assessed.  
Language used for the study.
- A short CV and a list of relevant references is part of the review report.
- I assure that the above statements are truthful and complete.

## 3.2 Conclusions

The reviewed LCA study and abstract complies with the requirements of the ISO standards 14040 and 14044. The goal and scope are appropriately defined. The methods used are scientifically and technically valid. The data used are appropriate and reasonable in view of the goal and scope of the study. The report is complete, clearly structured and well-readable.

Conclusions and recommendations are based on the results of the analyses, respecting the limitations described in the report.

I recommend submitting the entire LCA report including this review report to the commissioner.

Marcus Wendin 2019-09-19 Styrso

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Marcus Wendin", written over a light blue horizontal line.

## 4 Referenser

- ISO. (2006a). *Environmental Management – Life cycle assessment – Principles and framework. 14040:2006*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO. (2006b). *Environmental Management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines ISO 14044:2006*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO. (2006c). *Environmental labels and declarations—type III environmental declarations—principles and procedures. ISO 14025:2006*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.