

RAPPORT

MOELVEN MODUS AB
ÖREBROPORTEN FASTIGHETER AB

Komparativ LCA av en platsbyggd vägg och Moelvens systemvägg Uni Wall

UPPDRAGSNUMMER 1554130000



2016-02-19

ÖREBRO VATTEN OCH MILJÖ

MARTYNA MIKUSINSKA
SUSANNE KEITER

TREDJEPARTSGRANSKAD AV:
MARCUS WENDIN, MILJÖGIRAFF

Sammanfattning

Föreliggande rapport omfattar en jämförande livscykelanalys (LCA) av en specifik systemvägg, Uni Wall som tillverkas av Moelven Modus, med en generell platsbyggd vägg som bedöms utifrån utformning enligt Gyprocs handbok – *System för lättbyggnadsteknik*.

Syftet med denna studie är att jämföra de båda väggtyperna för att få miljöargument till fördel för det alternativ som i analysen visar lägst miljöpåverkan. LCA:n har utförts i enlighet med ISO-14040 standarden med metodologiska ramar för livscykelanalyser.

Alla steg i livscykeln, från uttagande av naturresurser, tillverkning och användning till avfallshantering har inkluderats.

Miljöpåverkan för de båda väggarna har bedömts för två scenarier; Scenario 1, där båda väggarna står på samma plats under hela sin livscykel, och Scenario 2, där platsbyte för väggarna sker var tionde år.

Studiens resultat sammanflätas i följande punkter:

- Materialsammansättning, materialmängder samt spillmängder vid produktion är relativt lika för de två undersökta väggarna.
- Största delen av miljöpåverkan från väggarnas livscykler härstammar från tillverkningen av material och komponenter.
- Ifall väggarna inte flyttas någon gång under sin referenslivslängd på 60 år medför deras livscykler relativt lika miljöpåverkan.
- Om väggarna någon gång under sin referenslivslängd på 60 år behöver flyttas, kommer användningen av en systemvägg att medföra lägre miljöpåverkan inom alla undersökta kategorier.
- Normalisering av resultaten visar, för båda väggtyperna, att största relativa miljöpåverkan från dess livscykler (i förhållande till genomsnittlig Europeisk miljöpåverkan) ligger inom miljöpåverkanskategorin utarmning av icke fossila naturresurser.
- Vid flytt av väggarna kan 99 % av systemväggen återanvändas, medan 100 % av den platsbyggda väggen i vanliga fall byts ut mot nya material.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	4
2	Studiens syfte	4
3	Livscykelanalys	4
3.2	Tidigare studier	6
4	Omfattning och metodval	7
4.1	Systemgränser	8
4.2	Undersökta användningsscenarier	12
4.3	Funktionell enhet	12
4.4	Avgränsningar	12
4.5	Antaganden	14
4.6	Ändringar av underlagen till EPD för Uni Wall 98-122 mm dp	16
4.7	Kvalitetskrav på data	16
4.8	Mjukvara	17
4.9	Miljöpåverkanskategorier	17
4.10	Normalisering	19
5	Inventering	19
5.1	Beskrivning av undersökta produkter	19
5.2	Utvinning av resurser och tillverkning av komponenter	23
5.3	Tillverkning/konstruktion av vägg	26
5.4	Flytt av vägg	30
5.5	Transporter	31
5.6	Sammanställning av använda data	32
6	Resultat av miljöpåverkansbedömning	34
6.1	Scenario 1	37
6.2	Scenario 2	42
6.3	Känslighetsanalys	46
7	Diskussion och slutsatser	48
7.1	Osäkerheter	49
7.2	Diskussion kring avgränsade moment	49
8	Referensförteckning	51

2 (51)

RAPPORT
2016-02-19

KOMPARATIV LCA AV EN PLATSBYGGD VÄGG OCH
MOELVENS SYSTEMVÄGG UNI WALL

RAPPORT
2016-02-19

**KOMPARATIV LCA AV EN PLATSBYGGD VÄGG OCH MOELVENS
SYSTEMVÄGG UNI WALL**

MM \\fsore003\projekt\1533\1554130_komparativ_lca_innerväggar\000_komparativ_lca_innerväggar\10 arbetsmtrl_dok\lca-rapport_systemvägg och
platsbyggd vägg 20160217.docx

1 Bakgrund

Byggsektorn är en resursintensiv bransch och står för en betydande del av miljöpåverkan i världen. Inom EU står byggsektorn för över hälften av den totala resursförbrukningen och över en tredjedel av de totala utsläppen av klimatpåverkande gaser (Europeiska kommissionen, 2011). Genomförda studier visar att klimatpåverkan från tillverkningen av byggmaterial står för en betydande del av en byggnads totala påverkan under dess livstid (IVL, 2015). Därmed är valet av byggmaterial en viktig aspekt att ta hänsyn till vid miljömedveten planering av byggnader.

Vid utformningen av inomhusmiljöer har man tidigare främst använt platsbyggda innerväggar. För kontor eller andra typer av arbetslokaler är det vanligt att verksamhetens behov ändras över tid och att den interna utformningen av lokalen behöver anpassas. Därmed har det blivit vanligare att använda monterbara väggmoduler som innerväggar för utformningen av kontor, sjukhus, skolor etc. Systemväggarna tillverkas i fabrik och körs färdiga till byggplatsen för en enklare montering.

Valet mellan platsbyggda- och systemväggar kan avgöras av olika faktorer så som kostnad, materialval, funktioner i lokalen etc. Allteftersom intresset ökar för mer miljövänliga lösningar vid byggande och utformning av nya lokaler blir även denna faktor allt viktigare att ta hänsyn till vid upphandlingar och planering.

2 Studiens syfte

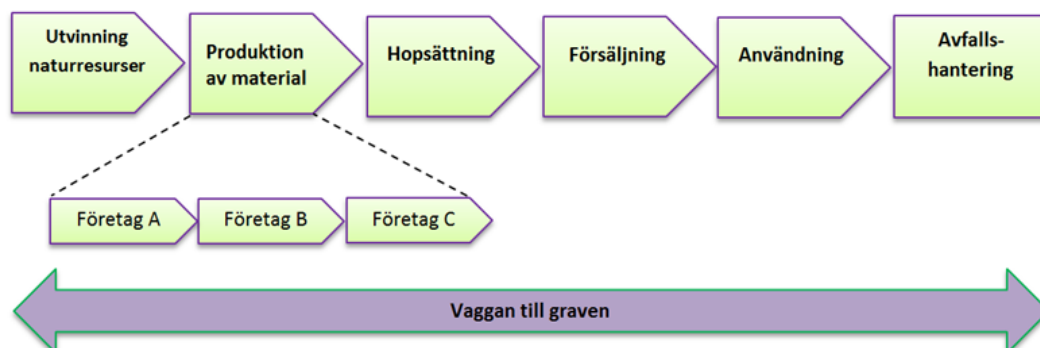
Föreliggande studie utförs av Sweco på uppdrag av Moelven Modus och Örebroporten Fastigheter AB. Studien omfattar en jämförande livscykelanalys av en specifik systemvägg, Uni Wall med dubbla gipsskivor, med en generell platsbyggd vägg som bedöms utifrån utformning enligt Gyprocs handbok – *System för lättbyggnadsteknik*.

Syftet med denna studie är att jämföra de båda väggtyperna för att få miljöargument till fördel för det alternativ som i analysen visar lägst miljöpåverkan. Uppdraget ska utmynna i kvantitativa data som i rapportform beskriver de jämförda produkternas miljöpåverkan.

3 Livscykelanalys

Livscykelanalys (LCA) är ett verktyg för miljöbedömning av ett objekts (produkt, process eller tjänst) miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv. Livscykelperspektivet innebär att man undersöker miljöpåverkan från de resurser som används i en produkt (energi och material) genom hela dess livscykel – *från vaggan till graven*. Detta inkluderar vanligen utvinning av resurser, transporter, tillverkning, användning och avfallshantering, se illustration i Figur 1 nedan.

Genom att titta på hela livscykeln får man en uppskattning av miljöpåverkan som ligger närmare verkligheten än om man t.ex. endast undersöker produktionsmetoder.



Figur 1: Schematiskt exempel av livscykelperspektivet och dess faser från vaggan till graven.

På senare tid förespråkas alltmer ett "vaggan-till vaggan" perspektiv, där avfalls-hantering inte är sista steget i livscykeln, utan att materialen återanvänds, eller återvinns till råvara i en annan livscykel.

Sedan en ISO-standard för LCA (ISO-14040/44:2006) infördes i slutet av 90-talet används vanligen en standardiserad fyrstegsmetod för utförande av analysen. Inledningsvis sätter man upp ramarna för studien och definierar mål och omfattning. I LCA-standard finns vägledande riktlinjer och regler för hur man ska hantera viktiga metodfrågor såsom avgränsningar inom systemet och mot andra system, regler för inkludering och exkludering av flöden, val av data mm.

Därefter utför man livscykelinventeringen (LCI) där data för material- och energiflöden samt transporter för alla delar av livscykeln som ska undersökas samlas in och struktureras. Vid en jämförande analys är det viktigt att likvärdiga data samlas in för berörda produkter så att jämförelsen blir rättvis. Redovisningen av insamlade data och genomförda beräkningar är central för en hög trovärdighet och för att minska riskerna för feltolkning av resultaten.

När allt underlagsmaterial är insamlat genomförs inventeringsanalysen (LCIA), där insamlade data översätts från mängder av material och energi till miljöpåverkan inom de kategorier som valts (klimatpåverkan, förorening, primärenergianvändning etc.).

Avslutningsvis utvärderas och analyseras resultaten. Ofta utförs olika typer av känslighetsanalyser av resultaten för att undersöka hur givna förutsättningar eller antaganden som gjorts i studien påverkar resultaten. Vid jämförande livscykelanalyser av olika produkter, vars resultat blir tillgängliga för allmänheten krävs tredjepartsgranskning.

LCA är en iterativ process vilket innebär att avgränsningar och metodval påverkas utmed analysens gång och justeras utifrån förutsättningar som uppkommer.

För mer information om LCA och dess metodik se exempelvis Livscykelanalys - ringar på Vattnet (Carlsson & Pålsson, 2011), Livscykelanalys, LCA - en metod för miljöbedömning av produkter och tjänster eller EUs forskningscentrums plattform för LCA, <http://eplca.jrc.ec.europa.eu>.

3.1.1 EPD

EPD står för Environmental Product Declaration och är en certifierad miljövarudeklaration som baseras på en livscykelanalys (LCA) enligt standarder ISO14040 och 14044. Vid framtagande av EPD ska man följa en godkänd PCR (dokument med produktkategori-regler och riktlinjer som gäller för avsedd produktgrupp). Det finns även en generell PCR, EN 15804, som används vid framtagandet av EPD för byggvaror.

En EPD är alltid externt granskad och verifierad innan publicering och anses därmed vara en trovärdig datakälla.

De riktlinjer som finns för framtagande av EPD inom valda produktgrupper är beprövade med fördel kan användas som underlag även vid framtagande av LCA som inte ska användas till miljövarudeklarationer.

3.2 Tidigare studier

Nedan redovisas några genomförda studier med bäring på miljöpåverkan från modul- respektive platsbyggda konstruktioner inom byggnader.

År 2008 lät Herman Miller Healthcare i USA (multinationellt inredningsföretag) genomföra en jämförande livscykelstudie av sina systemväggar med platsbyggda väggar i en sjukhusmiljö. Resultat togs fram för följande tre miljöpåverkanskategorier: klimatpåverkan, primärenergianvändning samt uppkomna avfallsmängder. Studiens resultat visar att systemväggar har lägre miljöpåverkan inom alla de undersökta kategorierna. I undersökningen har man räknat med olika scenarier för ombyggnad av innemiljöerna då detta är vanligt i sjukhusmiljöer. Ombyggnad med systemväggar kräver i princip inga nya material, medan de platsbyggda väggarna måste rivas, avfall omhändertas och materialet ersättas med nytt. Därmed visade scenarierna som inkluderade omplacering av innerväggar på ytterligare miljöfördelar för systemväggen.

Miller Healthcare poängterar i sin rapport att resultaten endast är applicerbara på undersökta produkter och inte bör generaliseras till alla typer av systemväggar, dock ger den en indikation på att systemväggar kan ha miljöfördelar jämfört med platsbyggda alternativ.

Ett fåtal studier har genomförts där modulhus jämförts med platsbyggda hus ur miljösynpunkt. I en koreansk studie (Ji-yeon Park m.fl., 2014) som genomfördes år 2014 undersöktes klimatpåverkan från ett modulhus samt ett platsbyggt betonghus med stålkonstruktion. Studiens resultat pekar på tydliga klimatfördelar vid användning av modulhus. I studien undersöks även påverkan från användningen av återanvända material istället för primära. Störst utsläppsminskning av klimatgaser till följd av materialval visade sig användningen av återvunnet stål ge. En annan LCA-studie där modulhus jämförts med ett konventionellt platsbyggt hus genomfördes år 2008 i USA (Kim Doyoon, 2008). Även i denna studie visar resultaten på miljöfördelar för modulhuset, främst till följd av mindre avfall mängder samt lägre energianvändning under konstruktion och användning.

4 Omfattning och metodval

Metodiken som har använts vid utförandet av denna LCA följer den internationella ISO 14040-standardserien vilket säkerställer transparenta, trovärdiga, repeterbara och kommunicerbara resultat. Vidare har standarden EN 15804, med produktkategoriregler avseende LCA för byggnadsvaror använts som vägledning vid metodval.

Det finns en färdig EPD (deklarationsnummer NEPD-298-164-EN) för systemväggen som ska jämföras med en platsbyggd vägg i denna studie. EPD:n för systemväggen omfattar Uni Wall 98 mm dp och Uni Wall 122¹ mm dp, som har samma funktion och materialkomposition. Det enda som skiljer dessa systemväggar åt är väggens tjocklek, då Uni Wall 122 mm dp har en luftspalt som ger bättre ljudisolering. Systemväggen i denna analys representeras endast av Uni Wall 122 mm dp, som i Sverige har beteckningen Uni Wall 120 mm dp.

Uppgifter från denna EPD har använts som utgångspunkt för bedömning av systemväggen, men justerats något för att få en så rättvis jämförelse som möjligt mellan de undersökta produkterna i denna studie. Exempelvis har justeringar gjorts så att underlaget för systemväggen endast redovisar svensk produktion, och inte ett genomsnitt av den nordiska produktionen. Justeringar av EPD som har gjorts vid analysen av systemväggen redovisas under avsnitt 4.6.

Huvudsakliga metodologiska val i studien har inte ändrats och därmed även applicerats för analysen av den platsbyggda väggen i denna LCA. Därmed grundar sig metodvalen i denna LCA till stor del på EPD-Norges riktlinjer för genomförande av LCA.

Målet för jämförelsen är inte att utvärdera vilka specifika ingående material som finns i de två väggtyperna, utan att belysa skillnaden mellan en genomsnittlig platsbyggd vägg och Moelven modus systemvägg. Till stor utsträckning används samma typ av material vid konstruktionen av de båda väggarna, men i olika kvantiteter. Med hänsyn till detta fokus har, i de fall då samma material används i båda produkterna (t.ex. gipsskivor), samma materialdata använts för den uppskattade platsbyggda väggen som använts i EPD:n för Moelvens systemvägg. Därmed kringgås problemet med att specifika data används för den ena produkten och generella för den andra.

Samma dataunderlag för materialtillverkning har använts för följande komponenter:

- Gipsskivor
- Ståltrekar
- Isolering
- Färg
- Glasfiberduk

¹ Beteckningen 122 mm används av Moelven Norge. I denna LCA, som endast motsvarar Svenska produktionen är det Uni Wall 120 mm dp som används.

4.1 Systemgränser

För redovisningen av miljöpåverkan per livscykelmodul görs avsteg från EN 15804 där livscykeln presenteras uppdelad i 16 delmoduler. För att underlätta tolkningen av resultaten i denna LCA har de mest relevanta faserna lyfts fram. Nedan redovisas översiktligt de livscykelefaser som har redovisats i studien och vilka livscykelmoduler de motsvarar enligt modellen i EN 15804.

Tabell 1: Undersökta livscykelefaser

Livscykelefaser i denna studie	Motsvarande modul enligt EN 15804
Tillverkning av råvaror och komponenter uppströms: Uttag av naturresurser, förädling av resurser, tillverkning av komponenter samt transporter mellan dessa steg inkluderas.	A1
Transporter: Transporter från produktion av komponenter till: - Systemvägg – Moelvans produktion samt till byggplats - Platsbyggd vägg – lokal byggmaterialshandel samt till byggplats	A2, A4
Tillverkning (systemvägg) Lagerhållning komponenter (platsbyggd vägg): - Systemvägg – tillverkning vid Moelvans fabrik inklusive kapning, målning, beklädnad, hopsättning och packning - Platsbyggd vägg – lagerhantering vid en lokal byggmaterialshandel i Örebro	A3
Montering/upsättning av vägg: - Systemvägg – montering av den färdiga väggen. - Platsbyggd vägg – kapning av materialen, uppsättning av vägg, spackling och målning.	A5
Flytt av vägg (redovisas endast i scenario 2): - Systemvägg – nermontering och återmontering på ny plats. - Platsbyggd vägg – rivning av väggen och uppbyggnad av ny vägg, vilket motsvarar alla ingående steg i scenario 1.	B4, B5
Nedmontering och avfallshantering vid livscykeln slut: Nedmontering av väggar, sortering av avfallet, transport till återvinning eller avfallshantering samt avfallshanteringsprocess.	C1, C2, C3, C4

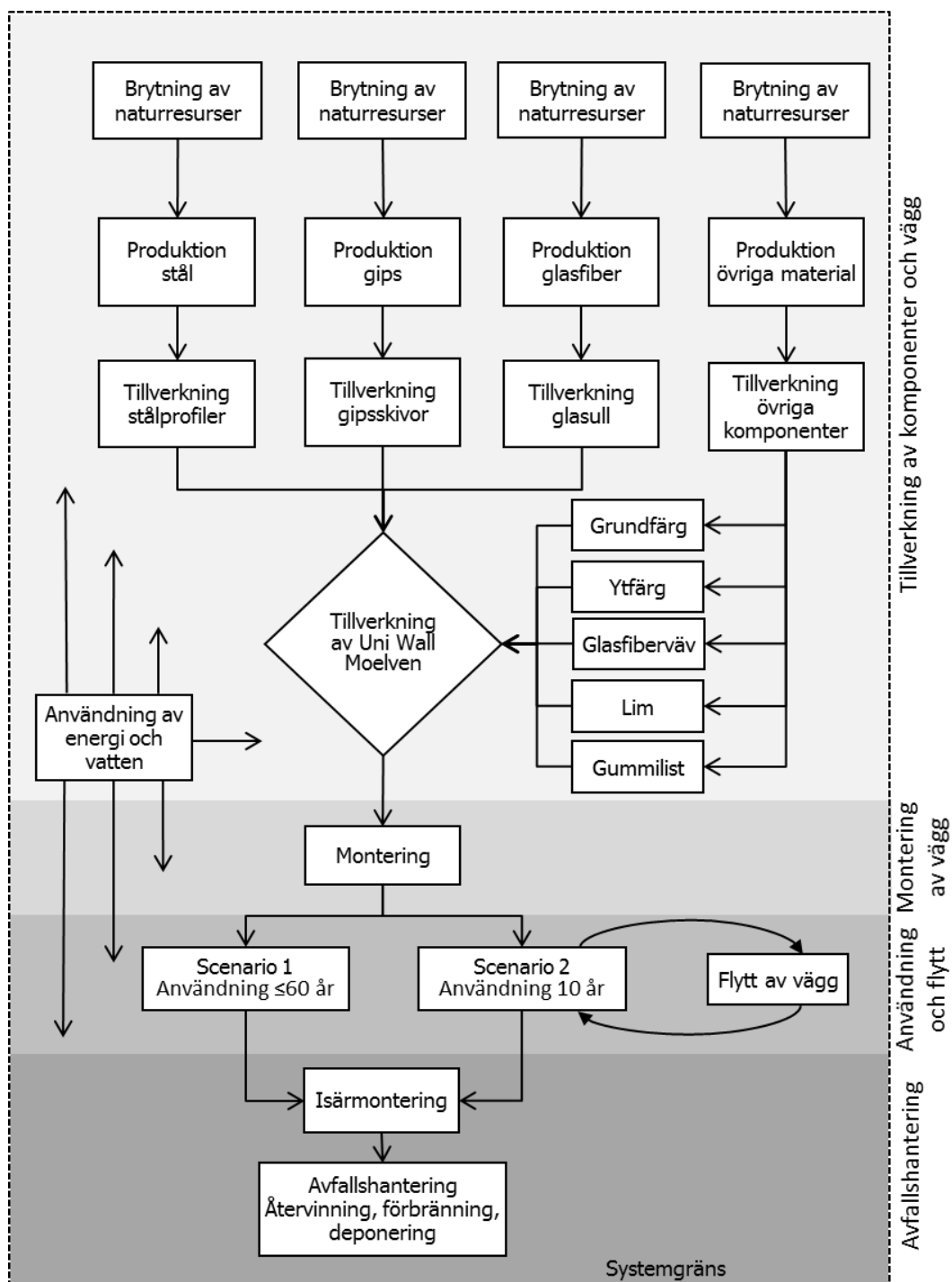
Eftersom transporterna inte skiljer sig i någon större bemärkelse mellan de två undersökta produkterna har de samlats i en kategori.

Övriga delar i användningsfasen, som rengöring och målning av vägg, har inte tagits med i analysen. Dessa moment var inte inkluderade i EPDn för Uni Wall, och eftersom de bedöms vara likvärdiga för de jämförda väggtyperna bedöms de inte påverka resultaten i jämförelsen.

Resultaten för denna analys presenteras för två scenarier, varav ett scenario inkluderar flytt av vägg. Se vidare avsnitt 4.2 nedan för mer information om undersökta scenarier.

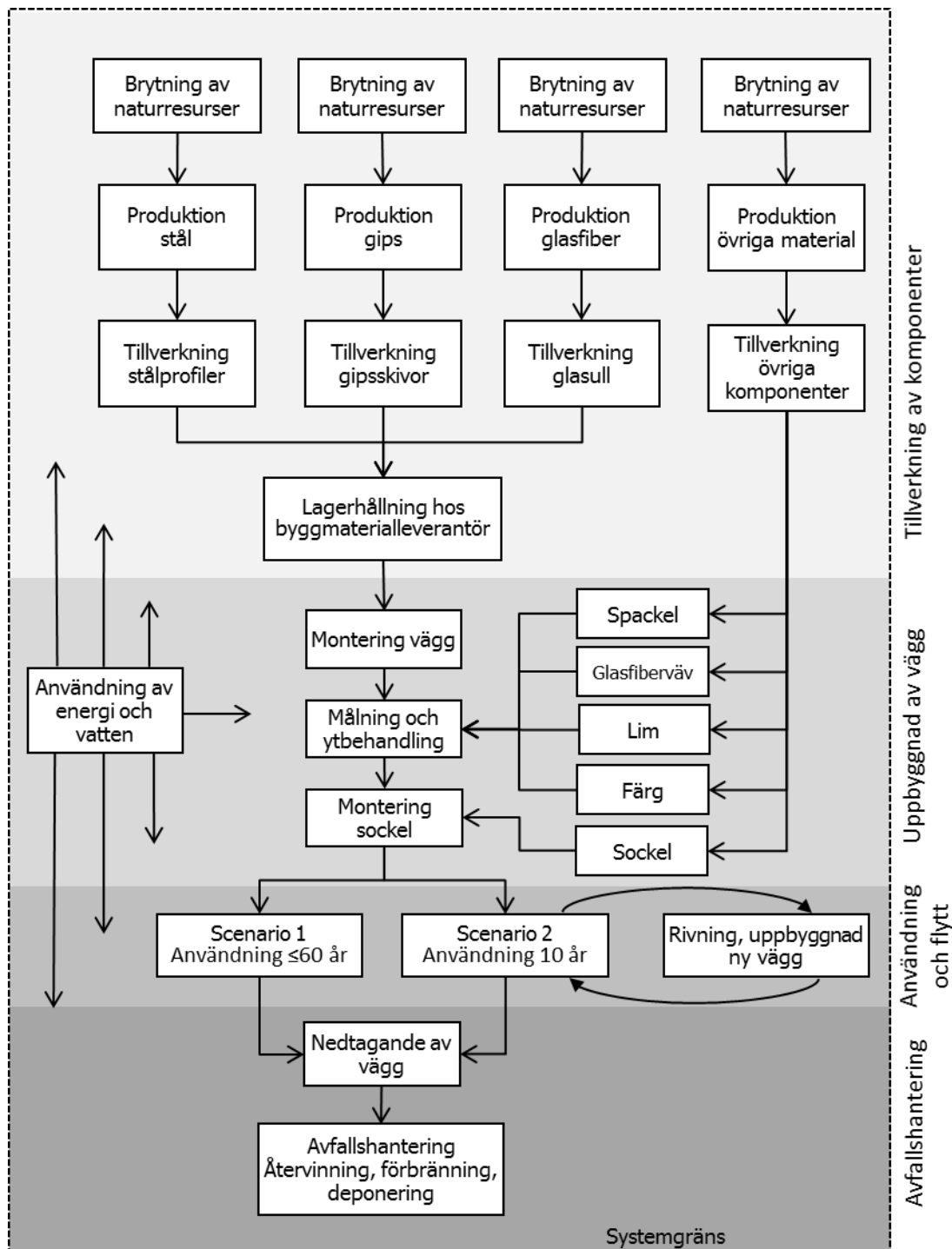
I Figur 2 och Figur 3 nedan redovisas schematiska bilder över undersökta flöden i de båda produkternas livscyklar.

Flödesschema systemvägg



Figur 2: Flödesschema över undersökta livscykelfaser, Systemvägg

Flödesschema platsbyggd vägg



Figur 3: Flödesschema över undersökta livscykel faser, Platsbyggd vägg

De olika stegen i livscyklerna beskrivs närmare i inventeringen som presenteras under kapitel 5.

4.2 Undersökta användningsscenarier

I en kontorsmiljö finns behov av att justera innerväggars placeringar med jämna mellanrum i samband med förändringar i utformningen av inomhusmiljön. Enligt Moelven modus erfarenhet är det vanligt att renovera och anpassa utformningen av kontorslokaler ca var femte år. Behovet av renovering kan dock se olika ut beroende på vilken verksamhet som avses. Därför presenteras studiens resultat för följande två scenarier:

- Scenario 1, båda väggarna står på samma plats under hela sin livscykel
- Scenario 2, platsbyte för väggarna sker var tionde år.

I scenario 2 antas att väggen flyttas till en annan plats, men med samma dimensioner som tidigare, så att förutsättningarna för materialmängd, höjd och bredd inte förändras. Anledningen till att en flyttfrekvens på 10 år valdes för scenario 2 är för att motsvara ett genomsnitt av olika typer av verksamheter där väggflyttar sker med olika tidsintervall.

Ett platsbyte var tionde år innebär att väggarna flyttas fem gånger under dess referenslivslängd på 60 år.

Känslighetsanalys har genomförts för att undersöka hur miljöpåverkan varierar med andra tidsintervaller för platsbyte, se vidare avsnitt 6.3.2.

4.3 Funktionell enhet

Den funktionella enheten beskriver undersökta produkters viktigaste funktion och säkerställer genom definitionen av denna att produkterna är jämförbara. Båda väggtyperna är icke-bärande innerväggar vars främsta syfte är rumsavskiljning samt ljudisolering.

Den funktionella enheten för denna studie är:

Tillhandahållande av rumsavskiljning och ljudisolering för 1 m² yta, med en ljudreduktion på R'w 44 dB, under 60 års tid.²

4.4 Avgränsningar

En livscykel består av ett flertal sammanlänkade flöden av material, energi och transporter. Avgränsningar för studiens omfattning måste sättas inom ett antal områden för att

² Observera att R'w 44 dB avser fältvärde för ljudreduktion. Motsvarande labvärde ligger omkring Rw 50 dB för båda väggarna.

göra datamängderna hanterbara. Nedan följer en redogörelse för studiens avgränsningar sett till geografi, tid, andra system samt inom det undersökta systemet.

4.4.1 Geografisk avgränsning

Komponenterna till de båda väggarna antas vara tillverkade i Europa, varför genomsnittliga europeiska data från har använts för analysen av tillverkningen av komponenter till väggarna. Tillverkningen och uppsättningen av väggarna motsvarar svenska och till viss utsträckning lokala förhållanden (energimix i kraftvärmeverket i Örebro).

Transporter till avfallshantering samt avfallshanteringsmetod är bestämt utifrån specifika lokala förhållanden, medan generella data för europagenomsnitt har använts för bedömningen av miljöpåverkan från själva avfallshanteringsprocesserna.

4.4.2 Avgränsning mot andra system

Vid avfallshantering går restmaterial i enlighet med uppställt scenario antingen till återvinning, förbränning eller deponering. I det första fallet får materialet fortsatt användning i ett annat system i form av en ny råvara. Som föreskrivet i det riktlinjerna för det Norska EPD-systemet, dras gränsen mellan undersökt livscykelssystem och nästkommande system på följande sätt: Transporten av material till avfallsanläggningen inkluderas i väggens livscykel. Därefter dras gränsen mot nästa system, som kommer att omfatta miljöpåverkan från återvinningsprocessen.

4.4.3 Avgränsning inom systemet

Denna livscykelanalys omfattar hela produkternas livscykler, från vaggan till graven. I Tabell 1 samt de flödesscheman som presenteras i Figur 2 och Figur 3 kan utläsas mer specifikt vilka moment i livscykeln som inkluderats i denna studie.

Vissa moment som är identiska för de båda väggtyperna har exkluderas. Denna avgränsning gäller för följande moment:

- Underhåll av vägg i form av rengöring eller ommålning. Eftersom underhåll kan variera mycket och tillverkare inte har någon möjlighet att påverka denna skötsel har dessa moment avgränsats.
- Energiåtgången för montering av vägg-, tak- och golvfäste vid byggplatsen.

För exkludering av material eller energi (cut off-regler) gäller principen att enskilda avgränsade processer inte får utgöra mer än 1 % av totala materialflödet eller energi-användningen under livscykeln. Sammanlagt får exkluderade processer inte bidra till mer än 5 % av materialflödet samt energianvändningen under livscykeln. Alla antaganden och val som gjorts för att fylla dataluckor har dokumenterats och presenteras i denna rapport.

Vävlimet som används för att fästa glasfiberväven på väggen har exkluderats. Limmet utgör långt under 1 % av totala massan för båda väggtyperna och medför uppskattningsvis ungefär lika liten andel energiåtgång. Limmet som används är i båda

produkternas fall vattenbaserat (>75 % vatten) och innehåller dessutom majsstärkelse, vinylacetatsampolymer och en mindre andel andra tillsatser.

Utöver vad som beskrivs ovan, har följande punkter inte tagits hänsyn till i undersökningen:

- Transporter med truckar inom produktions/lagringseenheterna
- Påverkan från tillverkning eller byggande av infrastruktur i produktionsfasen av väggarna (Moelvans fabrik, lokal för lagring av byggvaror, maskiner i Moelvans produktion, samt verktyg som används vid uppsättning).
- Återresa med transportmedel efter leverans
- Golvlister – antas vara samma för båda väggsorterna och levereras inte i samband med väggen.

4.5 Antaganden

Nedan redovisas de antaganden som har gjorts i denna studie för att komplettera insamlat dataunderlag.

I enlighet med produktkategorireglerna för rumsavskiljningssystem har elanvändning antagits motsvara genomsnittlig elmix för det land där den används. Generella data från Ecoinvent 2.0 databasen med Livscykeldata har använts för beräkning av miljöpåverkan från elmixer för varje land där komponenter produceras. Ingen hänsyn har tagits till användningen av ursprungsmärkt "grön" el.

Generella data från Ecoinvent har använts för miljöbedömning av transporter. För vägtransporter har europeiska genomsnittsdata för en lastbil med lastvikt mellan 16-32 ton och Euroklass 4-motor använts. För båttransporter mellan kontinenter har antagits att ett dieseldrivet lastfartyg med lastkapacitet på 2800 ton använts.

I de fall då specifika transportavstånd inom tillverkningsfasen saknas har ett transportavstånd på 200 km med vägtransport antagits.

För den platsbyggda väggen kan i vissa fall material transporteras direkt från materialtillverkare till byggplats. Vanligen transporteras byggmaterialen först till byggmaterialleverantör, och detta andra alternativ har valts som utgångspunkt i denna studie. Lagringstiden hos byggmaterialsleverantören kan variera. I denna LCA har den antagits vara 1 vecka för alla komponenter.

Underhåll av väggen i form av tvätt eller målning antas vara likvärdigt för de två väggtyperna som undersöks.

4.5.1 Livslängd

En livslängd på 60 år har antagits för båda väggtyperna, baserat på deklarerad livslängd för systemväggen enligt dess EPD. Gipsskivor, stål och isolering utgör merparten av

materialsammansättningen i undersökta produkter och dessa material bedöms kunna motsvara den uppskattade livslängden väl.

4.5.2 Avfallsscenario

I tabellen nedan sammanfattas avfallsscenarierna för undersökta väggar. Avfallsscenariot utgår ifrån vad som är praktiskt möjligt att återvinna och en optimistisk utgångspunkt för andelen återvunna material har antagits. I verkligheten är det troligt att större andelar av de minerogena materialen, såsom isolering och gips, går till deponering. En känslighetsanalys har genomförts för ett alternativt avfallsscenario, som presenteras i avsnitt 6.3.2.

Tabell 2: Scenarier för avfallshantering

Material	Avfallshantering systemvägg	Avfallshantering platsbyggd vägg
Gips	100 % återvinning	100 % återvinning
Isolering	100 % återvinning	100 % återvinning
Stål	100 % återvinning	100 % återvinning
Glasfiberväv	100 % förbränning	100 % förbränning
Färg	100 % förbränning	100 % förbränning
Gummlist	100 % förbränning	100 % förbränning
Spackel	-	100 % förbränning
Trälist	-	100 % förbränning
Plast	100 % återvinning	100 % återvinning
Kartong	100 % återvinning	100 % återvinning

Systemvägg

I samband med nermontering plockas systemväggen isär utan att de olika komponenterna tar skada. Rent isoleringsmaterial samt metalldelar återvinns. Beklädda och målade gipsskivor skickas till återvinning, där gips och papper separeras från övriga material och går till återvinning. Glasfiberväv, lim och färg går till förbränning.

Återvinningsbara material utgör ca 98 % av produktens vikt. Återstående 2 % (gummlist, färg och glasfiberväv) förbränns.

Platsbyggd vägg

Den platsbyggda väggen sågas eller bryts isär med en såg, slägga eller liknande verktyg och metallskenor, gipsskivor samt isolering går till återvinning. Gippsskruvar, färg, lim, spackel och glasfiberväv plockas inte isär från gipset utan följer med till gipsåtervinningen. I samband med gipsåtervinningen separeras gips från övriga material, och de övriga materialen sorteras i fraktionerna metall, pappersrest och övrigt avfall. Metall och pappersrest går vidare till återvinning medan det övriga avfallet förbränns. Träsockeln går till förbränning.

Återvinningsbara material utgör ca 95 % av produktens vikt och material som går till förbränning 5 %.

4.6 Ändringar av underlagen till EPD för Uni Wall 98-122 mm dp

Nedan beskrivs justeringar som har gjorts av dataunderlagen för EPD för Uni Wall 98-122 mm dp, för denna LCA. Ändringarna har gjorts med avsikt att ge bättre underlag för en rättvis jämförelse av systemväggen med den platsbyggda väggen.

Från att ha omfattat Nordiska produktionen av Uni Wall som inkluderar Moelvns tillverkning i både Sverige och Norge, har data som representerar Norska förhållanden tagits bort. Detta påverkar transportsträckor till och från Moelvns produktion, miljöpåverkan från tillverkningen av gipsskivor (norska andelen av produktionen använde annan gipstillverkare) samt energimix vid tillverkningen. I EPDn för Uni Wall gjordes allokeringen för ovan nämnda skillnader mellan de två produktionsländerna baserat på var lands proportioner av totala Nordiska produktionen, vilken år 2014 var 61 % i Norge och 49 % i Sverige.

I denna LCA har den norska andelen ersatts med värden för Moelvns produktion i Sverige. Detta påverkar resultaten för miljöpåverkan från Uni Walls livscykel något jämfört med resultaten som redovisas i EPD:n.

Sedan genomförandet av EPD:n har den Moelven i sin produktion av Uni Wall i Sverige bytt leverantör av isolering. Vid framtagandet av EPD:n för Uni Wall användes isolering från den norska leverantören Glava då det inte fanns några tillgängliga LCA-data för den svenska leverantören.

Den nya leverantören, Isover, har publicerat en EPD för sin isolering år 2014. Därmed finns uppdaterade underlag för miljöpåverkan från isoleringen som används av Moelven i Sverige. Isovers glasull används även i stor utsträckning vid tillverkningen av platsbyggda väggar. Därmed har miljödata för Isovers isolering använts i miljöbedömningen av båda produkterna i denna LCA.

I tidigare avfallsscenario för Uni Wall antogs avfallsrester i form av glasfiberväv och färg till 60 % deponeras och till 40 % förbrännas. Efter närmare studie av hanteringen av restavfall vid gipsåtervinningsanläggningen har det framkommit att allt avfall som inte sorteras ut som gips, metall eller papper går till förbränning. Därmed har hanteringen av dessa avfall justerats till 100 % förbränning.

Avfallshanteringen av isoleringsmaterial har justerats från deponering till återvinning.

4.7 Kvalitetskrav på data

Följande kvalitetskrav gäller för underlagsdata som används i denna analys:

- Insamlade data ska vara baserade på årsgenomsnitt från åtminstone 1 år.
- Generiska data ska vara uppdaterade 10 år sedan eller senare och producentspecifika data 5 år sedan eller senare.
- Insamlade data ska motsvara den teknologiska nivå som används i den faktiska produktionen.

- Följande databaser kan användas för inhämtning av generiska data: Ecoinvent (www.ecoinvent.ch), European/International Life Cycle Database (ELCD).
- Av projektrapporten ska det framgå vilka data som har använts och vilket/vilka år de representerar.

För generiska data har databasen Ecoinvent 2.2 använts i denna studie. År 2015 utgavs Ecoinvent 3.1, en senare version av databasen med uppdaterade dataset. Vissa metodologiska ändringar har gjorts i samband med uppdateringen av databasen. Eftersom tidigare genomförd LCA för Uni Wall baserats på från Ecoinvent 2 skulle användningen av den senare upplagan av Ecoinvent kunna ha medfört en felkälla i jämförelsen mellan de två produkterna.

4.8 Mjukvara

För uppbyggnad av modeller över alla flöden i de undersökta livscykelssystemen samt för beräkning av miljöpåverkan inom valda kategorier har mjukvaran SimaPro 8.0 använts. SimaPro är utvecklat av Pré Consultants och är en väl etablerad LCA-mjukvara som används både av företag och inom forskarvärlden. För mer information se hemsidan <http://simapro.se/>.

4.9 Miljöpåverkanskategorier

Valet av metod för genomförande av livscykelinventeringsanalysen (LCIA) grundar sig på generella riktlinjer för framtagande av LCA-baserade miljövarudeklarationer, vanligen förkortat som EPD (Environmental Product Declaration), för byggvaror inom EU – standarden EN 15804:2012.

- Klimatpåverkan
- Förtunning av det stratosfäriska ozonskiktet
- Fotokemisk oxidation (marknära ozon)
- Försurning
- Övergödning
- Förbrukning av icke förnybara resurser, uppdelat i fossila och icke-fossila resurser

Utöver påverkan inom dessa kategorier redovisas även uppkomna avfallsmängder.

Miljöpåverkan presenteras som utsläpp av ämnen enligt fastställda enheter för valda kategorier, se enheter i Tabell 3.

Den metod som används för karaktärisering av miljöpåverkan, CML-IA, har tagits fram av Institute of Environmental Sciences vid universitetet i Leiden, Nederländerna. Karaktäriseringen innebär att utsläpp av olika ämnen översätts till miljöpåverkan i valda kategorier.

Till exempel översätts utsläpp av alla klimatpåverkande gaser till motsvarande klimatpåverkan i koldioxidekvivalenter som är enheten för påverkanskategorin klimatpåverkan.

CML-IA-databasen använder vedertagna karaktäriseringsmetoder för beräkningen av påverkan inom alla de miljöpåverkanskategorier som valts för denna LCA.

Tabell 3: Beskrivning av valda miljöpåverkanskategorier

Miljöpåverkanskategori	Miljöeffekter	Enhet
Klimatpåverkan - Utsläpp av klimatpåverkande gaser, med 100 år som referensram	Ett varmare klimat, med varierande globala effekter medför bland annat krympande glaciärer, stigande havsnivåer och förändringar i nederbördsmonster, samt försurning av haven. Utsläpp av biogen CO ₂ inkluderas inte.	kg CO ₂ ekv.*
Utsläpp av ozonnedbrytande ämnen (ODP)	När det stratosfäriska ozonskiktet förtunnas släpper det igenom mer av solens skadliga UV-strålning. Hos människor medför exponering för UV-strålning ökad risk för till exempel hudcancer, nedsatt immun försvar och ögonsjukdomen starr. **	kg CFC-11 ekv.
Marknära ozon – Utsläpp av ämnen med fotokemisk ozonbildningspotential (POCP)	Höga halter av marknära ozon medför att människor drabbas av irritation i andningsvägarna. Känsliga personer eller astmatiker kan även få andningsbesvär. Ozonet kan även ge skador på växtlighet till exempel i form av skador på bladen eller kortare livslängd hos bladen. **	kg C ₂ H ₄ (eten) ekv.
Försurning av mark och sötvatten - Utsläpp av ämnen med försurningspotential	Nedfall av försurande ämnen från luftutsläpp påverkar växter och djur och bidrar till ökad korrosion, det vill säga att material vittrar sönder. **	kg SO ₂ ekv.
Övergödning – utsläpp av överflödiga näringsämnen	Övergödning drabbar marker såväl som sjöar, vattendrag och hav. Överflödet av näringsämnen får växtligheten att förändras efter hand, och arter som är anpassade till näringsfattiga miljöer trängs undan. I havsmiljön är övergödning ett av de allvarligaste hoten, där effekter i form av syrebrist på bottenarna orsakar att växter och djur dör. **	g PO ₄₃ -ekv.
Resursutarmning av fossila resurser	Förbrukning av icke-fossila naturresurser som inte kan återskapas inom överskådlig tid. Metoden omfattar förbrukningen av olja, kol och naturgas.	MJ

Miljöpåverkanskategori	Miljöeffekter	Enhet
Resursutarmning av icke fossila resurser	Förbrukning av de fossila naturresurser som inte kan återskapas inom överskådlig tid. Metoden omfattar förbrukningen av Metoden omfattar förbrukningen metaller och mineraler. Utifrån uppskattade kvarvarande reserver på jorden ger sällsynta metaller och mineraler större utslag än minerogena ämnen som finns i rikliga mängder i naturen.	Kg Sb-ekv.

* Ekv. står för ekvivalenter. När klimatpåverkan anges i CO₂ ekv. omfattas inte bara utsläpp av koldioxid (CO₂), utan även utsläpp av andra klimatpåverkande gaser (t.ex. metan och lustgas). De andra gasernas påverkan översätts till det värde de skulle ha om all påverkan kom från CO₂. På samma sett har även de andra enheterna räknats om till ekvivalenter.

** källa: www.miljomal.se

4.10 Normalisering

Ett vanligt sätt att underlätta tolkningen av LCA-resultat är normalisering. Normalisering innebär att man presenterar resultaten för varje kategori i förhållande till ett referensvärde. På så sätt kan man se inom vilka kategorier undersökt objekt medför förhållandevis stor miljöpåverkan och om påverkan är försumbar inom någon kategori. I denna studie har standardiserade normaliseringsvärden för CML metoden (EU25+3, 2000) använts. Detta innebär att resultaten skalas om i förhållande till en genomsnittlig Europa-medborgares årliga utsläpp inom varje kategori. Enheten för normaliserade resultat är personekvivalenter (PE).

5 Inventering

5.1 Beskrivning av undersökta produkter

I detta kapitel beskrivs först undersökta produkter utifrån funktion och fysikaliska egenskaper. Därefter beskrivs insamlade data som använts i analysen steg för steg, omfattandes alla undersökta steg väggarnas livscyklar. I slutet av kapitlet finns en sammanställning av använda data och mängder.

5.1.1 Systemvägg

Systemväggen Uni Wall är uppbyggd i ett system av moduler där skarven mellan varje del utgörs av en v-fog. Stommen är av stål och är klädd med dubbla lager av gipsskivor. Invändiga metallskenor är varmförzinkade och synliga metallskenor färgbälgda. Det yttersta lagret gipsskivor är belagt med glasfiberväv för en tålig yta, och målat med grund- samt toppfärg. Skarvarna som uppstår mellan väggmodulerna utgörs av V-fogar.

Fysikaliska och funktionella egenskaper:

Vägg tjocklek:	120 mm
Vikt, 1 FU av slutprodukt:	34,6 kg
Ljudisoleringsindex R'_w [dB]	44 dB

Uni Wall kan flyttas och återanvändas. Vid ombyggnad behöver således inte väggarna rivas. Istället demonteras de och återmonteras på vald plats.

5.1.2 Platsbyggd vägg

Platsbyggda väggar kan variera betydligt i utformning och sammansättning. Uppskattningen av konstruktionen av en vägg som motsvarar Uni Wall avseende funktionella egenskaper såsom hållbarhet och ljudisolering har gjorts med utgångspunkt i Gyprocs handbok för lättbyggnadsteknik. I handboken beskrivs en rad olika väggtyper. Vägghodellen som benämns GS115 i handboken består liksom Uni Wall av dubbla gipskivor, isolering och stålprofiler. Därmed valdes denna väggmodell som utgångspunkt för bedömningen av den platsbyggda väggen.

Fysikaliska och funktionella egenskaper:

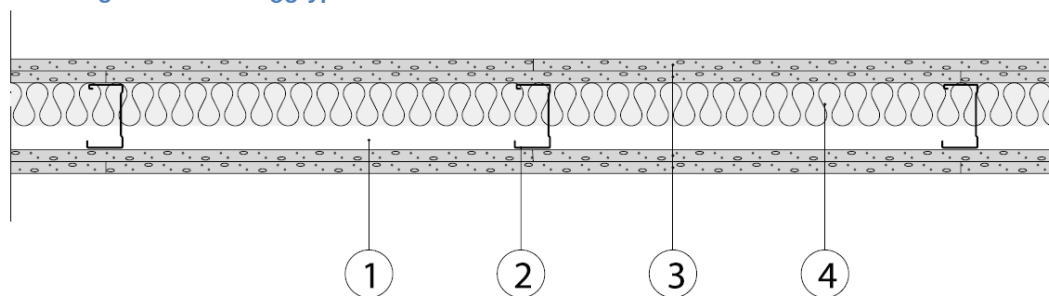
Vägg tjocklek:	120 mm
Vikt, 1 FU (inkl. färg och spackel):	37,2 kg
Ljudisoleringsindex R'_w [dB]:	44 dB

5.1.3 Materialsammansättning

Båda väggarna är uppbyggda enligt samma princip, med stålstommar och isolering i kärnan och dubbla gipsskivor. Förutom en mindre variation i materialmängd för flertalet komponenter, utgörs skillnaderna i väggarnas sammansättning av följande:

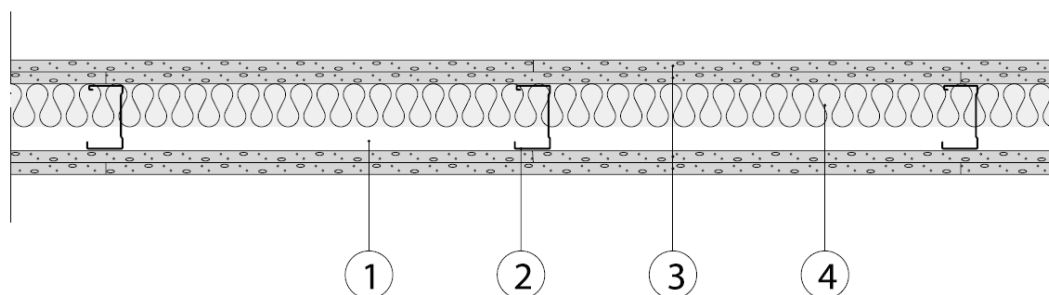
- Inget spackel används för systemväggen
- Tjockare stålregel (0,63 mm) används i Uni Wall jämfört med den platsbyggda väggen (0,46 mm)
- Mer mineralull (45 mm) används i Uni Wall jämfört med den platsbyggda väggen (0,30 mm)
- Den platsbyggda väggen består av två 12,5 mm gipsskivor på varje sida, medan Uni Wall har en 9 mm och en 13 mm gipsskiva på varje sida.
- För den platsbyggda väggen sitter stålreglar och kantskenor endast invändigt, varvid inga pulverlackerade ståldelar används
- En golvsockel i trä används för den platsbyggda väggen, medan Uni Wall installeras med en golvskena i metall

Se ritningar för båda väggtyperna i



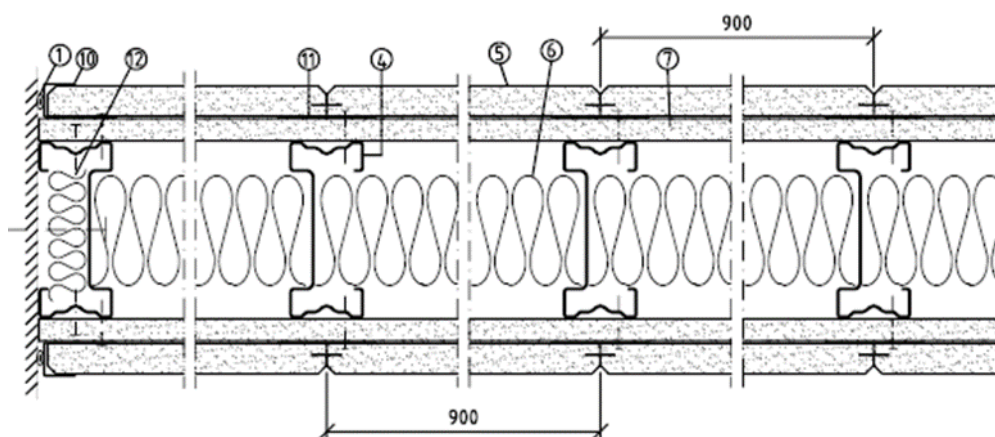
Figur 4 och Figur 5 nedan.

Platsbyggd vägg



Figur 4: Den platsbyggda väggen i genomskärning. 1) kantprofil, 2) stålregel, 3) gipsskivor 12,5 mm, 4) glasull 30 mm

Systemvägg



Figur 5: Systemväggen i genomskärning. 1) tätningslist, 4) väggregel, 5) gipsskiva 13 mm, 6) glasull 45 mm, 7) gipsskiva 9 mm, 10) anslutningsprofil, 11) hakbeslag, 12) drev av mineralull

I tabellen nedan redovisas materielmängderna i 1 FU för båda väggtyperna (redovisade värden inkluderar inte spillmängder).

Tabell 4: Materialsammansättning för 1 m² av undersökta väggar

Komponenter	Systemvägg		Platsbyggd vägg	
	Mängd (kg)	Andel	Mängd (kg)	Andel
Gipsskivor	30,9	89%	33,1	89%
Stål, zinkbelagt	1,1	3%	1,6	4%
Stål, zink- och färgbelagt	1,1	3%	-	-
Färg	0,4	1%	0,4	1%
Isolering	0,5	2%	0,4	1%
Beklädnad/glasfiberväv	0,3	0,8%	0,3	0,8%
Lim*	0,19	0,5%	0,10	0,3%
Spackel	-	-	0,8	2%
Skruv	0,1	0,2%	0,1	0,2%
Tätninglist	0,004	0,01%	0,03	0%
Träsockel	-	-	0,3	0,7%
Summa	34,4	100%	37,0	100%

* Limmet har avgränsats från miljöpåverkansbedömningen

5.2 Utvinning av resurser och tillverkning av komponenter

Nedan beskrivs insamlade data och datakällor som använts för beräkning av miljöpåverkan från de komponenter som används i väggarna.

5.2.1 Gipsskivor

Underlag från Knauf Danogips har använts för tillverkningen av gipsskivor. Knauf Danogips är en av de största Svenska producenterna av gipsskivor och används som leverantör till Moelvans produktion i Sverige. Knauf Danogips har också angetts som en av standardleverantörerna för gipsskivor som används för platsbyggda väggar och anses därmed motsvara gipsplattor som används i båda väggtyperna väl.

Gipsskivorna består till största delen av gips (94 %) samt ett ytskikt av kartong (5 %). Återstående massa utgörs av tillsatsämnen som såpa, stärkelse, retarder och dispergeringsmedel. Material- och energimängder som används vid tillverkningen av gipsskivorna har inhämtats från leverantörens byggvarudeklaration (BVD) framtagna år 2010 och motsvarar platsspecifika data från leverantören.

Vid tillverkningen av gipsskivorna används till stor del Flue Gas Desulphurised Gypsum (DSG) från Tyskland, vilket är en bi-produkt som uppstår vid avsvavling av förbränningsgas i kolkraftverk. Generiska data har använts för att bedöma miljöpåverkan av avsvavlingsprocessen. Miljöpåverkan av DSG är signifikant lägre än för primärt gips.

5.2.2 Stålreglar och kantprofiler

Bedömningen av miljöpåverkan från tillverkningen av stålplattor (som sedan vidareförädlas till stålreglar) i denna LCA har gjorts utifrån data från den svenska producenten SSAB. SSAB använder sig av moderna tekniker vid produktion av stålplattor och företagets produkter utgör grundmaterialet vid tillverkningen av en rad olika byggprodukter inom Sverige. Produktionen vid SSAB har därför bedömts överensstämna väl med det stål som används i undersökta produkter.

SSAB:s produktion är lokaliserad i Borlänge. Data gällande material- och energiflöden är tagna från företagets årliga miljörapport. Stålverket tillverkar flera typer av stålskivor. Material- och energiflöden har delats upp där möjlighet har getts. Massfördelning har använts i de fall då energiflöden inte har kunnat separeras från den totala produktionen. Då inte alla stålskivor är ytbehandlade med zink eller färg, har energi och materialanvändning specifikt för dessa material (zink, färg, gasol och elektricitet) dragits ifrån totalen och endast tilldelats zinkbehandlade och målade skivor. Resterande materialflöden har antagits vara jämnt fördelade mellan de olika stålskivorna som produceras och har därför dividerats med det totala antalet stålskivor som tillverkades vid stålverket under 2013.

Generiska data för europeisk medelproduktion har använts för att modellera gruvdrift och produktion av råmaterial som SSAB använder sig av i sin produktion.

Material och bränslen som används vid produktionen av 1 ton stålplattor ytbehandlade med zink eller med zink och färg vid SSAB:s stålverk har sammanställts i Tabell 5.

Tabell 5: Sammanställning av material och bränslen som används i SSABs produktion av stålskivor

Råvara	Mängd per ton producerad stålskiva	Enhet
Stålskiva	1,13	ton
Zink	0,04	ton
Gasol	0,02	ton
Eldningsolja (lätt)	6,03E-04	m ³
Eldningsolja (tung)	0,02	m ³
Diesel	3,63E-04	ton
Bensin	1,89E-05	ton
Kemikalier	8,99E-04	ton
Acetylen	1,99E-03	m ³
Väte	0,70	m ³
Kväve	0,02	m ³
Syre	15,8	m ³
Vatten	21,1	m ³
Tillkommande material för målade stålskivor		
Gasol	0,7	ton
Färg	0,05	ton

Stålskivorna formas till de regler och kantprofiler som används i Uni Wall i en fabrik i Falkenberg. Tillverkningen av ståldelar för den platsbyggda väggen antas vara likvärdig. Inget övrigt material används i formningsprocessen.

Kantprofiler som används till den platsbyggda väggen levereras till byggplats med monterade tätningslister.

Vid tillverkningen av stråldelarna i Falkenberg går det åt 0,05 kWh el samt 1,1 MJ naturgas för valsningen av 1 kg stålprofiler.

5.2.3 Isolering

Både glasull och stenull kan användas som isoleringsmaterial i undersökta väggar. I denna LCA har antagits att glasull från tillverkaren Isover (tillverkarens fullständiga namn: Saint-Gobain ISOVER AB) används för båda väggtyperna. Isover tillhör de vanligare tillverkarna av isoleringsmaterial i Sverige och bedöms representera genomsnittlig svensk glasull väl. Isoleringen tillverkas till större delen av återvunnet glas. Bedömningen av miljöpåverkan från produktionen av glasull har gjorts utifrån en EPD för Isover glasull registrerad av EPD-Norge 2014 (deklarationsnummer: 00244E).

5.2.4 Golvsockel

En platsbyggd vägg är inte komplett utan en golvsockel. Socklar kan vara gjorda i både plast, stål och trä, men den sistnämnda sorten är allra vanligast för platsbyggda väggar.

För den platsbyggda väggen i denna studie har antagits att en vitmålad golvsockel i furu med höjden 56 mm och bredden 12 mm används.

Bedömning av miljöpåverkan från träsockeln har gjorts utifrån uppgifter från en EPD för vitmålat listverk i furu, framtagen av Barkevik Bruk AB. Denna EPD motsvarar norsk produktion vilken bedöms vara representativ även för Sverige. Motsvarande information för en svensktillverkad träsockel kunde inte hittas. Eftersom listen i använd EPD har andra mått än vad som antagits för denna studie har påverkan räknats om utifrån förändrad massa. Förändringar i proportionen mellan trä och färg i samband med storlekskalningen bedöms vara mycket små och har inte tagits hänsyn till. EPD:n är framtagen år 2013 och har registrerats av EPD-Norge med följande deklarationsnummer: 00232N.

Upptaget biogent CO₂ under trädets livstid har räknats med som negativ klimatpåverkan i enlighet med PCR (NPCR 015 rev1) för träprodukter som används inom byggbranschen. En förutsättning för att kunna tillgodose produkten upptaget av biogent CO₂ är att den tillverkas av träd från hållbart skogsbruk som växer i länder där koldioxidsänkan i form av skogsmark ökar. Detta är fallet för merparten av furuvädd i Sverige.

5.2.5 Glasfiberväv

Båda väggarna i denna studie beläggs med en glasfiberväv för att öka väggytans tålighet. Data rörande produktionen av glasfiberväv har hämtats från följande EPD: "Wall and ceiling coverings made of glass yarns, Vitrolan Textile Glass GmbH. Deklarationsnummer EPD-VIT-2010111-E.

5.2.6 Färg

Bedömning av färg har gjorts utifrån generisk LCI-data för alkydfärg från Ecoinvent. Data representerar europeiskt genomsnitt för färgproduktion och beskrivs ytterligare i Tabell 14 nedan. Ingen skillnad mellan grund- och toppfärg har gjorts i bedömningen. Då båda formuleringar är vattenbaserade och innehåller liknande substanser har det antagits att en skillnad i innehåll endast skulle ha en försumbar effekt på den totala miljöpåverkan.

5.2.7 Spackel

För beräkningen av miljöpåverkan från spackel har data för materialsammansättning hämtats från en byggvarudeklaration för Original Vagg och Takspackel från tillverkaren Akzo Nobel Decorative Coatings AB. Detta spackel är en standardprodukt som vanligen används av tillfrågade målare i Örebro. Eftersom byggvarudeklarationen inte innehåller någon annan information än materialsammansättning, har generiska data från Ecoinvent för grovspackel (Base plaster) använts för uppskattningen av energimängd vid tillverkning och packning av spackel.

Tabell 6: Materialsammansättning spackel

Material	Andel (%)	Ecoinvent 2.2 dataset som använts i beräkningen av miljöpåverkan
Vatten	41%	Tap water, at user/RER

Material	Andel (%)	Ecoinvent 2.2 dataset som använts i beräkningen av miljöpåverkan
Dolomit	41%	Dolomite, at plant/RER
Aska, cenosfärer	7%	Avfall från energiproduktion – ingen påverkan
Vinyl(sam)polymer	7%	Ethylene vinyl acetate copolymer, at plant/RER
Övriga tillsatser	4%	Chemicals organic, at plant/GLO

5.2.8 Övriga komponenter

Skruv och tätningslist utgör färdiga mindre komponenter som består av ett material vardera. Generisk data har använts för att bedöma produktionen av material samt gjutning av dessa. Använda data redovisas i Tabell 14 nedan.

5.3 Tillverkning/konstruktion av vägg

5.3.1 Systemvägg

Tillverkningen av Uni Wall sker i Moelvans anläggning i Kumla. Produktionen av Uni Wall omfattar kapning och beläggning av gipsskivor med beklädnad och två lager färg. Dessa steg utförs maskinellt. Ståltrekar sågas till anpassade mått i fabriken. Tätningslister klistras på golv- och takskenor samt vägganslutningar. Färdiga väggfält (belagda gipsskivor) packas och emballeras tillsammans med isoleringsmaterial på en långpall. Stålpjoriler emballeras med krympplast och skickas som ett separat kolli.

Vid tillverkningen av 1 m² av Uni Wall uppkommer ca 1 kg materialspill, vilket utgör knappt 3 % av inköpta material i produktionen. Merparten av spillet utgörs av gipsrester som avfallshanteras som deponirest. Av resterande spillmängder sorteras ståltrester för återvinning, glasfiberväv samt isolering till deponirest och övriga material för förbränning. Spillmängderna har beräknats genom att jämföra mängd inköpt material under ett års tid med uppkommet avfall i respektive fraktion.

Tabell 7: Spillmängder vid tillverkning av systemvägg

Material	Kg/m ² vägg
Gipsskivor	0,93
Stål, zink-/färgbelagd	0,06
Färg	0,01
Isolering	0,02
Lim	0,01
Glasfiberväv	0,004
Skruv	0,002
Gummilist	0,0001
Summa	1,04

Energianvändning

26 (51)

RAPPORT
2016-02-19

KOMPARATIV LCA AV EN PLATSBYGGD VÄGG OCH
MOELVENS SYSTEMVÄGG UNI WALL

I Moelvans fabrik används energi i form av el och fjärrvärme. För tillverkningen av 1 FU av Uni Wall används 3,4 kWh el och 3,74 kWh fjärrvärme. Energiåtgången har beräknats utifrån Moelvans totala energianvändning redovisad i Energiplan för år 2014. Eftersom flera olika produkter tillverkas vid Moelvans fabrik, har en allokering av energiåtgången gjorts i flera steg. Moelven har en uppskattning över årligt energianvändning per maskin och enhet i fabriken. I det fall då flera produkter tillverkas i samma maskin har denna energiåtgång allokaterats efter antalet producerade enheter av varje produkt.

Den övriga energin som används för att driva ventilation, belysning, datorer etc., varav en stor andel består av lagerlokal, har kunnat separeras från processenergi och har allokaterats enligt följande. Andelen av total lagringsyta som de olika tillverkade produkterna upptar har uppskattats och procentsatser för var produkts användning av lokalen har beräknats. Detta tillvägagångssätt för allokering av gemensam energianvändning valdes framför massallokering eftersom storleken och densiteten på produkterna varierar och ytan som produkterna tar upp bedöms spegla fördelningen bättre.

Fjärrvärmeanvändningen har allokaterats på samma sätt som den övriga energin.

Förpackningar

Endast förpackningarna som används vid transport mellan Moelvans produktion och byggplatsen har räknats med i EPD för systemväggen.

Målade och belagda gipsskivor lindas in i plastfilm och fästs på träpall. Isolering transporteras i originalförpackning från leverantör och skickas med på träpallen. Stålkomponenter lindas in i LDPE-plast och skickas i separat paket. Återstående komponenter packas i kartong och skickas med samma försändelse.

I tabellen nedan redovisar förpackningar som används vid materialtransporter från Moelven Modus produktionsanläggning till byggplats.

Tabell 8: Förpackningsmaterial som används vid transporter mellan Moelven Modus produktionsanläggning och byggplats.

Förpackningsmaterial	Mängd (kg)	Ecoinvent 2.0 dataset som använts för bedömning av miljöpåverkan
Träpall	1,03	EUR-flat pallet/RER S
Plastfilm	0,01	Packaging film, LDPE, at plant/RER S
LDPE-plast	0,01	Packaging film, LDPE, at plant/RER S
Återvunnen kartong	0,06	Corrugated board, recycling fibre, double wall, at plant/RER S
Total:	1,11	

Förpackningsmaterialen miljöbedömts med hjälp av generiska dataset från Ecoinvent.

5.3.2 Platsbyggd vägg

Den platsbyggda väggen tillverkas i stort sätt på byggplatsen. Nedan beskrivs stegen i dess livscykel som sker efter tillverkningen av dess komponenter och fram till dess att väggen är uppbyggd.

Lagring och hantering av material

För information om lagring och hantering av ingående material i platsbyggd vägg har Beijer Byggmaterial AB:s filial i Örebro använts som utgångspunkt. Vid stora beställningar använder sig Beijer av direktordrar, d v s Beijer beställer en eller flera komponenter direkt av leverantör som i sin tur levererar direkt till bygget utan mellanlagring. Cirka 70-75 % av alla ordrar utgår dock från Beijers lager. Samtliga komponenter i den platsbyggda väggen är vanliga lagervaror och ligger därför lagrade i högst en vecka innan leverans till kund. Lagerdelen består av ett varm- och ett kallager varav det senare utgör ca 70 % av den totala lagerytan. Kallagret saknar isolering samt uppvärmningsmöjlighet varför temperaturen skiftar beroende på årstid. Kallagrets medeltemperatur kan därför uppskattas till ca 5 °C. Temperaturen i varmlagret hålls jämnt mellan ca 19-20 °C. Det finns inga uppgifter om energiåtgång för lagerdelen då redovisning sker för byggvarubutikens samtliga lokaler. Energiåtgång i kallagret är begränsad till belysning. De komponenter som ingår i den platsbyggda väggen tål temperaturer under 0 °C och finns därför lagrade i kallagret. Då lagret inte är ett godkänt höglager tillåter inte arbetsmiljöreregler att varor staplas för högt beroende på material och tyngd. Den faktiska volymen som utnyttjas för lagring uppskattas därför till ca 50 %.

Utifrån dessa förutsättningar gjordes en beräkning av uppskattad energianvändning för uppvärmning av lokalen med Fricos kalkylatorverktyg för effektberäkning. Ett antaget lager med storleken 400 m² kvadratmeter kräver då 65 kWh/m² och år. Vidare antogs att viss stapling av materialen sker och att materialen som går åt för 1 m² av den platsbyggda väggen tar upp 0,5 m² lagringsplats under 1 veckas tid. Denna energi antas vara fjärrvärme. Elanvändning för drift av belysning och ventilation har uppskattats till 6,5 kWh/år.

Omräknat till energianvändning per 1 FU av den platsbyggda väggen kräver lagring 0,625 kWh fjärrvärme samt 0,0625 kWh el.

Uppsättning av vägg

Information om montering av platsbyggda väggar har inhämtats muntligt ifrån insatta kontaktpersoner vid Byggtema och Flex Interior Systems, båda i Örebro. Vid montering av platsbyggda väggar åtgår betydligt fler skruv då dessa måste sitta tätare än i systemväggar. En ökad mängd skruv innebär även en något högre energiåtgång kopplad till användning av skruvdragare. Uppsättning av platsbyggda väggar kräver även mer energi beroende på ingående arbetssteg som spackling och slipning. Varje sida slipas och spacklas i två omgångar innan vävning och målning. Beroende på spacklets torkningstid utförs detta arbete i cykler. För slipning används en väggslip ("giraff") med en ansluten dammsugare, som sammantagna uppskattas ha en effekt på 1,5 kW. Tiden för slipning av väggens våda sidor uppskattas till 5 minuter, varvid energiåtgången från uppsättningen blir 0,125 kWh.

Spillmängder vid uppsättningen av väggen basera på entreprenörens standardkalkyl för beställning av material.

Vid beställning av material för montering av platsbyggda väggar utgår entreprenören vanligen ifrån en standardkalkyl för beräkning av spill. Detta innebär 8 % spill för gipsskivor, 5 % spill för stålstommar och regler samt 6 % spill för isolering. För resterande komponenter har spillmängder på 5 % antagits för sockeln, tätningslisten samt skruvar, och 10 % för övriga material. Spillmängderna motsvarar ca 3,2 kg och uppkommer vid monteringen av väggen. Merparten av spillet utgörs av gipsrester som går till deponering. Metallspill antas gå till återvinning, medan övriga komponenter slängs som deponirest. Anledningen till att en mindre andel avfall sorteras för återvinning vid uppsättningen, jämfört med avfallsscenariot när väggen rivs, är att spillmängderna är så pass små att behovet av avfallssortering med större sannolikhet bortses från. Detta kan dock variera mellan olika byggtypentreprenörer.

Tabell 9: Spillmängder vid tillverkning av platsbyggd vägg

Material	Kg/m ² vägg
Gipsskivor	2,88
Stål, zinkbelagd	0,09
Färg	0,05
Isolering	0,02
Lim	0,011
Glasfiberväv	0,014
Spackel	0,09
Skruv	0,005
Sockel	0,015
Summa	3,16

Energiåtgången för montering av vägg-, tak- och golvfäste skiljer sig inte åt mellan de olika väggtyperna. Golvskenan fästs med hjälp av bultpistol eller bormaskin beroende på underlag.

Förpackningar

Förpackningsmängder och material som används vid transport av komponenter från byggmaterialsleverantören till byggplatsen har uppskattats utifrån förpackningarna som används av Moelven vid motsvarande transport. Eftersom byggmaterialen inte är belagda med väv och färg antas transporten av komponenter till byggplats vara mindre känslig jämfört med motsvarigheten för Uni Wall. Därmed krävs uppskattningsvis mindre transportmaterial vid denna transport. Uppskattade materielmängder redovisas i tabell nedan.

Tabell 10: Förpackningsmaterial som används vid transporten mellan byggvaruleverantör och byggplats.

Förpackningsmaterial	Mängd (kg)	Ecoinvent 2.0 dataset som använts för bedömning av miljöpåverkan
Träpall	0,72	EUR-flat pallet/RER S

Förpackningsmaterial	Mängd (kg)	Ecoinvent 2.0 dataset som använts för bedömning av miljöpåverkan
Plastfilm	0,01	Packaging film, LDPE, at plant/RER S
LDPE-plast	0,01	Packaging film, LDPE, at plant/RER S
Återvunnen kartong	0,04	Corrugated board, recycling fibre, double wall, at plant/RER S
Total:	0,78	

Förpackningsmaterialen miljöbedömts med hjälp av generiska dataset från Ecoinvent.

5.3.3 Energidata

Miljöpåverkan från elanvändning har beräknats med generiska data från Ecoinvent 2.2.

Data för nationell produktionsmix för elektricitet i tillverkningslandet, inklusive tillverkning av överföringsledningar samt direkta emissioner och överföringsförluster från ledningsnätet, har använts. Följande dataset har använts för svensk energimix: *Electricity, low voltage, production SE, at grid/SE*.

Fjärrvärme används både vid lagring av byggvaror till den platsbyggda väggen och vid uppvärmning av från Moelvans fabrik. I Örebro omfattar E.ONs fjärrvärmenät både Örebro och Kumla varvid samma underlag för fjärrvärme kunde användas för båda lokalerna. Specifika data för E.ONs bränslemix från år 2013 har använts som input till generiska dataset för miljöpåverkan från förbränningen av olika bränslen.

Tabell 11: Bränslemix i E.ONs kraftvärmeverk år 2013

Bränsle	Andel (%)	Ecoinvent 2.2 dataset som använts i beräkningen av miljöpåverkan
Träbränslen	46,3	Heat, at cogen 6400kWth, wood, allocation energy/CH S
Avfall	12,5	Heat from waste, at municipal waste incineration plant/CH S
Torv	6,6	Peat, burned in power plant/NORDEL S
Elektricitet	5,4	Electricity, medium voltage, production SE, at grid/SE S
Fossila oljor (EO1/O3/O5)	4,7	Heat, light fuel oil, at industrial furnace 1MW/RER S
Kol	0,4	Heat, at hard coal industrial furnace 1-10MW/MJ/RER
Återanvänd värme från verkets process	24,1	-
Summa:	100	

5.4 Flytt av vägg

Vid scenario 2 i denna LCA görs en flytt av innerväggen vart tionde år, dvs. vid fem tillfällen under referenslivslängden. Nedan beskrivs vad flytten innebär för de undersökta väggarna.

5.4.1 Systemvägg

I samband med flytt av systemväggen väggen kan materialen som fäster väggen vid kringliggande väggar och tak som plockas isär och väggen förflyttas utan att några komponenter bryts eller förstörs. Endast gummilisten behöver bytas ut med nytt material. Väggen målas om på nytt i samband med nya placeringen. Denna målning sker av målare på byggplatsen, såsom målningen av den platsbyggda väggen.

5.4.2 Platsbyggd vägg

Vid flytt av den platsbyggda väggen sker ingen återanvändning av material. Även om återanvändning av stålreglar samt metallskenor praktiskt sett är möjlig så görs detta inte eftersom kostnaden för tiden det tar att hantera de olika materialen överstiger kostnaden för nya material. Då i princip allt byggavfall sorteras, kan hanteringen av materialen vid flytt av vägg likställas med förfarandet i avfallsscenario (avsnitt 4.5.2). På anvisad plats behöver därmed en ny vägg byggas upp med nya material, liksom beskrivits under avsnitt 5.3.2.

5.5 Transporter

Transportsträckor har delvis baserats på specifika data och delvis på uppskattade avstånd. Data för beräkning miljöpåverkan från vägtransporter har hämtats från Ecoinvent och representerar en genomsnittlig europeisk lastbil med en lastvikt på 16-32t, med en EURO4-klassmotor.

5.5.1 Systemvägg

Alla transporter av material till Moelvans produktion sker med lastbil. Färgen som används av Moelven tillverkas av en lokal producent i Vedevåg. Övriga komponenter tillverkas på orter som ligger mer avlägset från Moelvans produktionsort, Kumla.

Tabell 12: Transportavstånd mellan tillverkningen av komponenter och Moelvans produktion

Material	Avstånd (km)
Gipsskivor	438
Stålreglar/profiler	367
Färg	61
Isolering	427
Beklädnad	200*
Gummilist	267
Skruv	200*
Förpackningar	200*

*antaget avstånd

Eftersom den lokala marknaden i Örebro utgör huvudfokus för denna studie har uppskattad byggplats antagits ligga i Örebro. Transportavståndet från tillverkningen av systemväggen till byggplatsen blir därmed 20 km.

5.5.2 Platsbyggd vägg

Transportavstånden för komponenterna till en platsbyggd vägg kan variera avsevärt beroende på vilka leverantörer som används. Avstånden mellan tillverkningen av komponenter och den lokala byggvarubutiken, Beijer, har uppskattats utifrån ett genomsnitt av transportsträckor från de vanligaste leverantörerna (två till tre produkter per materialtyp). För transporter av färg och beklädnad har samma leverantör som för Moelven antagits, men sträckan har justerats till Beijers byggvaruhandel Örebro som destination.

Tabell 13: Transportavstånd mellan tillverkningen av komponenter och Beijers byggvaruhandel

Material	Avstånd (km)
Gipsskivor	308
Stålreglar	281
Kantprofiler	502
Färg	40
Isolering	300
Beklädnad	200*
Spackel	200*
Skruv	200*
Förpackningar	200*

*antaget avstånd

Sträckan från Beijers byggmaterial till den antagna byggplatsen i Örebro centrum är 3 km.

5.5.3 Gemensamma transporter

Avståndet för avfallstranporter mellan byggplats och avfallsanläggning har satts till 50 km för båda väggtyperna, enligt standard för EPD-Norge.

5.6 Sammanställning av använda data

I Tabell 14 nedan redovisas de generella dataset som använts som underlag för att analysera miljöpåverkan från transporter, material, energi och avfallshantering. Notera att processer där specifika värden har använts för att skapa sammansatta processer med generiska data specificeras under respektive material eller typ av energi i kapitel 5.2.

Tabell 14: Sammanställning av datakällor som använts i denna LCA

Livscykel-fas	Material-/ energiflöde	Benämning av använda data	Källa	År för datainsamling
Tillverkning av material och komponenter				
Tillverkning av material och	REA-gips	Gypsum, mineral {RoW} desulfurisation of hard coal flue gas Alloc Def	Ecoinvent	År:2013, uppdaterade 2014
	Kartong	Whiteline chipboard, WLC, at plant/RER	Ecoinvent	År:2013, uppdaterade 2014

32 (51)

RAPPORT
2016-02-19

KOMPARATIV LCA AV EN PLATSBYGGD VÄGG OCH
MOELVENS SYSTEMVÄGG UNI WALL

Livscykel-fas	Material-/energi-flöde	Benämning av använda data	Källa	År för datainsamling
	Sekundärt stål	Steel, electric, chromium steel 18/8, at plant/RER	Ecoinvent	År:2007, uppdaterade 2014
	Primärt stål	Steel, converter, low-alloyed, at plant/RER	Ecoinvent	År:2007, uppdaterade 2014
	Zink	Zinc, primary, at regional storage/RER	Ecoinvent	År:2007, uppdaterade 2014
	Stålpplattor	Varmvalsning och varmförzinkning av stål. Pulverlackering av en del av stålet.	SSAB	År: 2013
	Tillverkning av ståldelar	Transport till och tillverkning av stålkomponenter från stålpplattor.	Bendiro AB /Ecoinvent	År:2013 för specifika data och 2007 uppdaterade 2014) för generiska data
	Tättningslist	Synthetic rubber, at plant/RER	Ecoinvent	År:2013, uppdaterade 2014
	Skrudar	Chromium steel 18/8, at plant/RER	Ecoinvent	År:2007, uppdaterade 2014
	Spackel	Specifika data för materialsammansättning har modellerats med generella data. Formulering presenteras i tabell	Nordsjö Pro, Ecoinvent	År:2007, uppdaterade 2014
	Färg	Alkyd paint, white, 60% in H ₂ O, at plant/RER	Ecoinvent	År:2003, uppdaterade 2014
Tillverkning och montering/uppställning av väggar				
Tillverkning och montering/uppställning av väggar	Elanvändning vid tillverkning och uppbyggnad av väggar	Electricity, low voltage, production SE, at grid/SE	Ecoinvent	År:2007, uppdaterade 2014
	Fjärrvärmeanvändning	Specifika data för fjärrvärmemix har modellerats med generella data som specificeras i tabell 8 i rapporten	E.ON AB/ Ecoinvent	År:2013 för specifika data och 2007 eller senare för generiska data
	Förpackning, kartong	Corrugated board, recycling fibre, double wall, at plant/RER	Ecoinvent	År:2007, uppdaterade 2014
	Förpackning LDPE	Packaging film, LDPE, at plant/RER	Ecoinvent	År:2003, uppdaterade 2014

Livscykel-fas	Material-/energiflöde	Benämning av använda data	Källa	År för datainsamling
	Träpall	EUR-flat pallet/RER	Ecoinvent	År:2007, uppdaterade 2014
Avfallshantering				
Avfallshantering	Återvinning	Gränsdragningen mellan system medför att miljöpåverkan från återinningsprocessen utesluts från studien	-	-
	Förbränning blandat avfall	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration/CH	Ecoinvent	År:2003, uppdaterade 2014
	Deponering inert avfall	Disposal, inert waste, 5% water, to inert material landfill/CH	Ecoinvent	År:2003, uppdaterade 2014
Transporter				
Transporter	Transporter med lastbil	Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER	Moelven Modus/Beijer/Ecoinvent	År:2014 för specifika data och 2007 uppdaterade 2014) för generiska data
	Avfalls-transport	Transport, municipal waste collection, lorry 21t/CH	Ecoinvent	År:2005, uppdaterade 2014

6 Resultat av miljöpåverkansbedömning

Nedan presenteras analysens resultat för de undersökta scenarierna. Alla resultat presenteras först samlat i Tabell 13. Därefter analyseras resultaten med hjälp av diagram, först för varje vägg för sig och sedan i jämförelse med varann. I jämförelsen av resultaten presenteras först väggarnas miljöpåverkan endast i förhållande till varandra, och sedan som normaliserade värden i förhållande till en genomsnittlig europamedborgares årliga utsläpp (se förklaring av normalisering). I känslighetsanalysen visas hur resultaten skulle variera vid ändringar av viktiga grundantaganden i denna studie.

RAPPORT
2016-02-19

**KOMPARATIV LCA AV EN PLATSBYGGD VÄGG OCH MOELVENS
SYSTEMVÄGG UNI WALL**

MM \\fsore003\projekt\1533\1554130_komparativ_lca_innerväggar\000_komparativ_lca_innerväggar\10 arbetsmtrl_dok\lca-rapport_systemvägg och
platsbyggd vägg 20160217.docx

Tabell 13: Sammanställning av miljöpåverkan från de båda undersökta väggarna för scenario 1 och scenario 2. Färgmarkeringen indikerar skillnaden mellan de två undersökta scenarierna.

Karaktäriserade resultat									
Systemvägg, Uni Wall									
Kategori	Enhet	Material total	Transporter	Tillverkning UniWall	Montering av vägg	Flytt av vägg (per 1 flytt)	Nedmontering, avfallshantering	Summa scenario 1	Summa Scenario 2
Resursförbrukning - icke fossila	kg Sb ekv.	1,91E-04	7,18E-06	3,21E-06	0,00	4,02E-06	9,60E-07	2,02E-04	2,23E-04
Resursförbrukning - fossila	MJ	281,79	38,18	2,88	0,00	21,59	33,50	356,34	464,30
Klimatpåverkan	kg CO2 ekv.	21,15	2,60	0,29	0,00	1,25	2,87	26,92	33,17
Förtunning ozonskiktet	kg CFC-11 ekv.	1,69E-06	4,12E-07	5,64E-08	0,00	1,65E-07	1,66E-07	2,32E-06	3,15E-06
Fotokemisk oxidation (marknära ozon)	kg C2H4 ekv.	5,76E-03	3,18E-04	6,59E-05	0,00	3,50E-04	4,15E-04	6,55E-03	8,31E-03
Försurning	kg SO2 ekv.	8,98E-02	9,98E-03	1,75E-03	0,00	7,47E-03	1,07E-02	1,12E-01	1,50E-01
Övergödning	kg PO4--- ekv.	3,17E-02	2,66E-03	7,75E-04	0,00	2,75E-03	2,39E-03	3,75E-02	5,13E-02
Platsbyggd vägg									
Kategori	Enhet	Material	Transporter	Lagerhållning	Uppsättning av vägg	Flytt av vägg (per 1 flytt)	Nedmontering, avfallshantering	Summa scenario 1	Summa Scenario 2
Resursförbrukning - icke fossila	kg Sb ekv.	1,62E-04	5,65E-06	6,81E-08	1,16E-07	1,69E-04	1,08E-06	1,69E-04	1,01E-03
Resursförbrukning - fossila	MJ	282,68	30,03	0,27	0,16	352,13	38,99	352,13	2112,75
Klimatpåverkan	kg CO2 ekv.	21,04	2,05	0,03	0,01	26,74	3,62	26,74	160,43
Förtunning ozonskiktet	kg CFC-11 ekv.	1,76E-06	3,24E-07	2,76E-09	1,75E-09	2,29E-06	1,93E-07	2,29E-06	1,37E-05
Fotokemisk oxidation (marknära ozon)	kg C2H4 ekv.	5,36E-03	2,50E-04	5,36E-06	2,43E-06	6,11E-03	4,90E-04	6,11E-03	3,66E-02
Försurning	kg SO2 ekv.	8,91E-02	7,85E-03	1,55E-04	5,85E-05	1,10E-01	1,26E-02	1,10E-01	6,59E-01
Övergödning	kg PO4--- ekv.	3,03E-02	2,09E-03	5,23E-05	3,46E-05	3,54E-02	2,90E-03	3,54E-02	2,12E-01
Normaliserade resultat									
Systemvägg, Uni Wall									
Kategori	Enhet	Material total	Transporter	Tillverkning UniWall	Montering av vägg	Flytt av vägg (per 1 flytt)	Nedmontering, avfallshantering	Summa scenario 1	Summa Scenario 2
Resursförbrukning - icke fossila	PE	3,17E-11	1,19E-12	5,32E-13	0,00	6,68E-13	1,59E-13	3,36E-11	3,69E-11
Resursförbrukning - fossila	PE	8,03E-12	1,09E-12	8,21E-14	0,00	6,15E-13	9,55E-13	1,02E-11	1,32E-11
Klimatpåverkan	PE	4,06E-12	5,00E-13	5,62E-14	0,00	2,40E-13	5,52E-13	5,17E-12	6,37E-12
Förtunning ozonskiktet	PE	1,65E-13	4,04E-14	5,52E-15	0,00	1,62E-14	1,63E-14	2,27E-13	3,08E-13
Fotokemisk oxidation (marknära ozon)	PE	3,33E-12	1,84E-13	3,81E-14	0,00	2,03E-13	2,40E-13	3,79E-12	4,80E-12
Försurning	PE	5,33E-12	5,93E-13	1,04E-13	0,00	4,44E-13	6,34E-13	6,67E-12	8,88E-12
Övergödning	PE	1,71E-12	1,44E-13	4,19E-14	0,00	1,49E-13	1,29E-13	2,03E-12	2,77E-12
Platsbyggd vägg									
Kategori	Enhet	Material	Transporter	Lagerhållning	Uppsättning av vägg	Flytt av vägg (per 1 flytt)	Nedmontering, avfallshantering	Summa scenario 1	Summa Scenario 2
Resursförbrukning - icke fossila	PE	2,69E-11	9,38E-13	1,13E-14	1,92E-14	2,80E-11	1,79E-13	2,80E-11	1,68E-10
Resursförbrukning - fossila	PE	8,06E-12	8,56E-13	7,82E-15	4,47E-15	1,00E-11	1,11E-12	1,00E-11	6,02E-11
Klimatpåverkan	PE	4,04E-12	3,93E-13	5,05E-15	2,44E-15	5,13E-12	6,94E-13	5,13E-12	3,08E-11
Förtunning ozonskiktet	PE	1,73E-13	3,18E-14	2,70E-16	1,72E-16	2,24E-13	1,89E-14	2,24E-13	1,34E-12
Fotokemisk oxidation (marknära ozon)	PE	3,10E-12	1,44E-13	3,10E-15	1,40E-15	3,53E-12	2,83E-13	3,53E-12	2,12E-11
Försurning	PE	5,29E-12	4,66E-13	9,23E-15	3,47E-15	6,52E-12	7,47E-13	6,52E-12	3,91E-11
Övergödning	PE	1,64E-12	1,13E-13	2,82E-15	1,87E-15	1,91E-12	1,56E-13	1,91E-12	1,15E-11

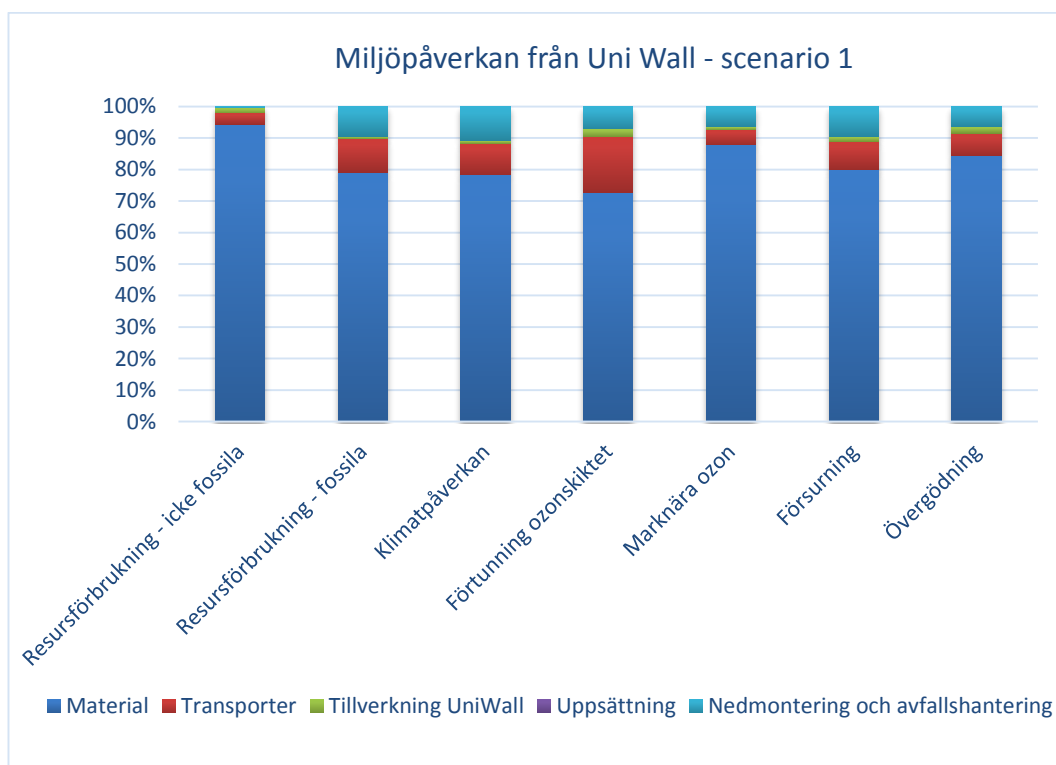
Läsexempel: 2,61E-04 =0,000261

6.1 Scenario 1

Scenario 1 innebär att båda väggarna står kvar där de monteras/byggs upp under hela referenslivslängden, 60 år. Miljöpåverkan inom undersökta kategorier redovisas uppdelad på fem livscyklifaser – material, transporter, tillverkning av vägg/hantering av komponenter, uppsättning, nedmontering samt avfallshantering.

6.1.1 Systemvägg

Analysens resultat visar att en tydlig majoritet (över 70 %) av miljöpåverkan från systemväggs livscykel, inom alla undersökta kategorier, härstammar från utvinning av material och tillverkning av komponenter. I diagrammet nedan syns resultaten presenterade enligt hur stor andel varje livscyklifas utgör inom de undersökta kategorierna.

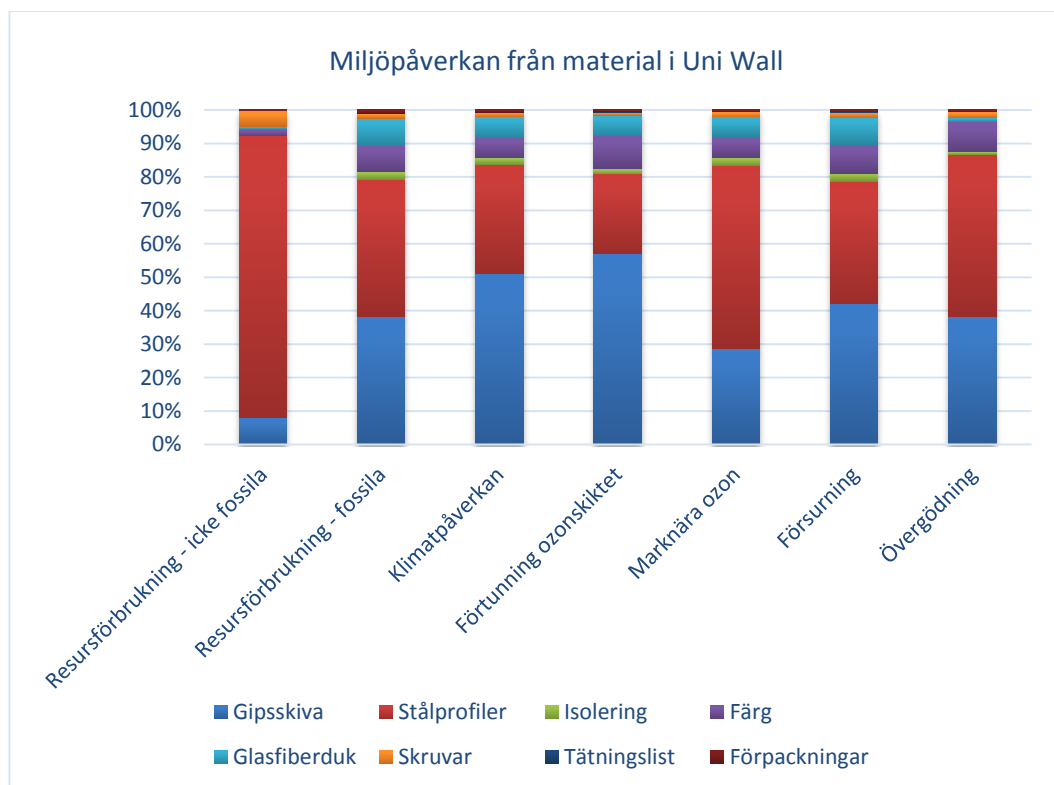


Figur 6: Fördelningen av miljöpåverkan mellan undersökta livscyklifaser, Uni Wall.

Det ska uppmärksammas att fasen för utvinning och tillverkning av material och komponenter även inkluderar transporter som sker mellan utvinningen av råvaror, förädling av råvarorna samt tillverkning av komponenter. Dessa processer sker uppströms det huvudsakliga fokus för denna LCA och samlas därmed i en post som omfattar hela materialtillverkningen. Utöver material medför även transporter och avfallshantering nämnvärd miljöpåverkan. Transporternas påverkan kommer i princip uteslutandes från bränsleförbrukningen, även om uppskattad miljöpåverkan från tillverkningen av lastbil samt väg har inkluderats. En stor del av påverkan från avfallshandlingen härstammar

från avfallstransporten och resterande från förbränningen av avfall. För avfallet som återvinns har ingen miljöpåverkan från återvinningsprocessen tagits med då denna enligt vald metod allokeras till nästkommande livscykel.

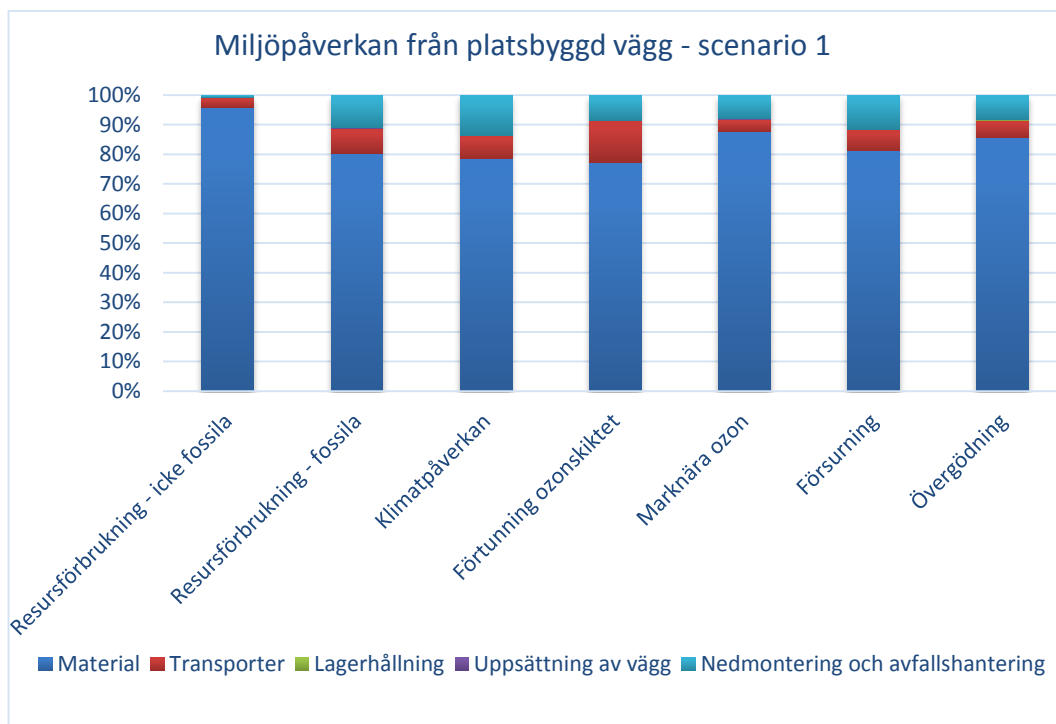
I Figur 7 nedan syns fördelningen av miljöpåverkan mellan ingående komponenter i materialposten. Gipsskivor och stålprofiler utgör majoriteten av miljöpåverkan inom flertalet undersökta kategorier. Övriga komponenter utgör sammantaget mellan 7 och 17 % av miljöpåverkan från materialposten. Av övriga komponenter är det främst färgen som medför nämnvärd miljöpåverkan på grund av innehåll av lösningsmedel.



Figur 7: Fördelningen av miljöpåverkan mellan ingående komponenter i materialposten.

6.1.2 Platsbyggd vägg

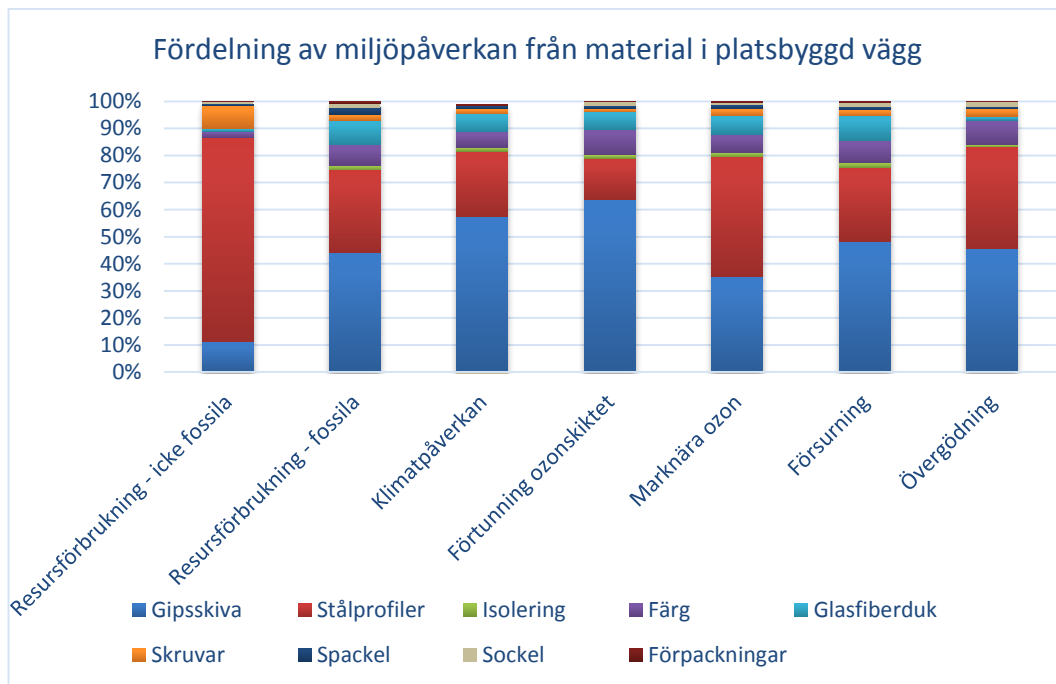
Liksom för systemväggen visar resultaten för den platsbyggda väggen att en tydlig majoritet (80 % eller mer) av miljöpåverkan från dess livscykel, inom alla undersökta kategorier, härstammar från utvinning av material och tillverkning av komponenter. Andelar av miljöpåverkan som varje livscykelfas bidrar med presenteras i tabellen nedan.



Figur 8: Fördelningen av miljöpåverkan mellan undersökta livscykel faser, platsbyggd vägg.

Förutom tillverkningen av material är det avfallshantering och i något mindre utsträckning transporterna som bidrar till miljöpåverkan. Miljöpåverkan från lagerhållningen samt uppsättningen av väggen är försvinnande liten jämfört med övriga livscykel faser. Miljöpåverkan i dessa faser kommer uteslutandes från energianvändning och både elen och den lokala fjärrvärmens härstammar till stor del av förnybara källor vilket bidrar med relativt låg påverkan.

Stålprofiler och gipsskiva bidrar till merparten av miljöpåverkan (över 85 % av totala inom alla kategorier) från materialposten. Av resterande material är det främst målarfärgen som medför återstående påverkan. Spacklet har en relativt låg påverkan i förhållande till sin materialvikt.



Figur 9: Fördelningen av miljöpåverkan mellan ingående komponenter i materialposten.

6.1.3 Jämförelse

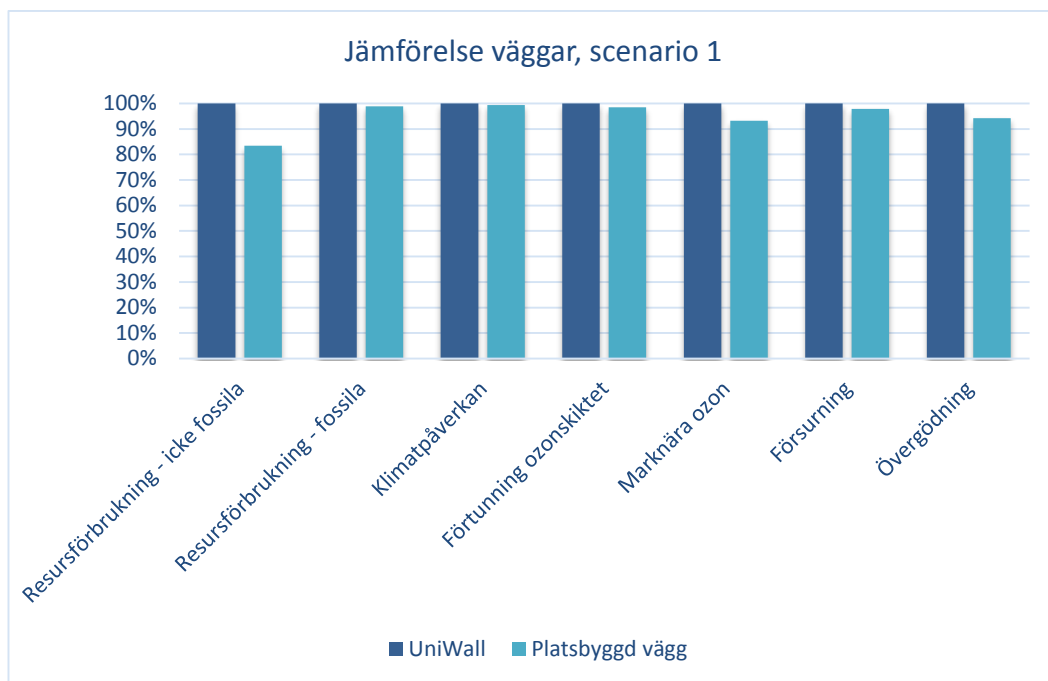
Vid jämförelsen av miljöpåverkan från de båda väggarnas livscyklar är påverkan relativt lika. Den har systemväggen något högre påverkan inom undersökta kategorier. Denna skillnad kan kopplas till att en större andel isolering och stål används till systemväggen samt att mer energi förbrukas i fabriken vid dess produktion, jämfört med konstruktionen av den platsbyggda väggen.

Den största skillnaden i miljöpåverkan mellan väggarna syns inom kategorin resursförbrukning av icke fossila resurser. I denna kategori beror skillnaden nästan uteslutandes på att mer stål används i systemväggen.

Materialen som de båda väggarna är uppbyggda av är i stort sett lika. Förutom en mindre variation i materialmängder är det endast användningen av spackel och golvsockel i trä som skiljer dem åt. Spacklet, som endast används för den platsbyggda väggen visar i analysen ingen större påverkan inom någon av de undersökta kategorierna, trots att närmare 1 kg används per funktionell enhet. Furulisten används i den platsbyggda väggen, och motsvaras av en lackerad metallist i den platsbyggda väggen. Trä medför en lägre påverkan än stål inom undersökta miljöpåverkanskategorier.

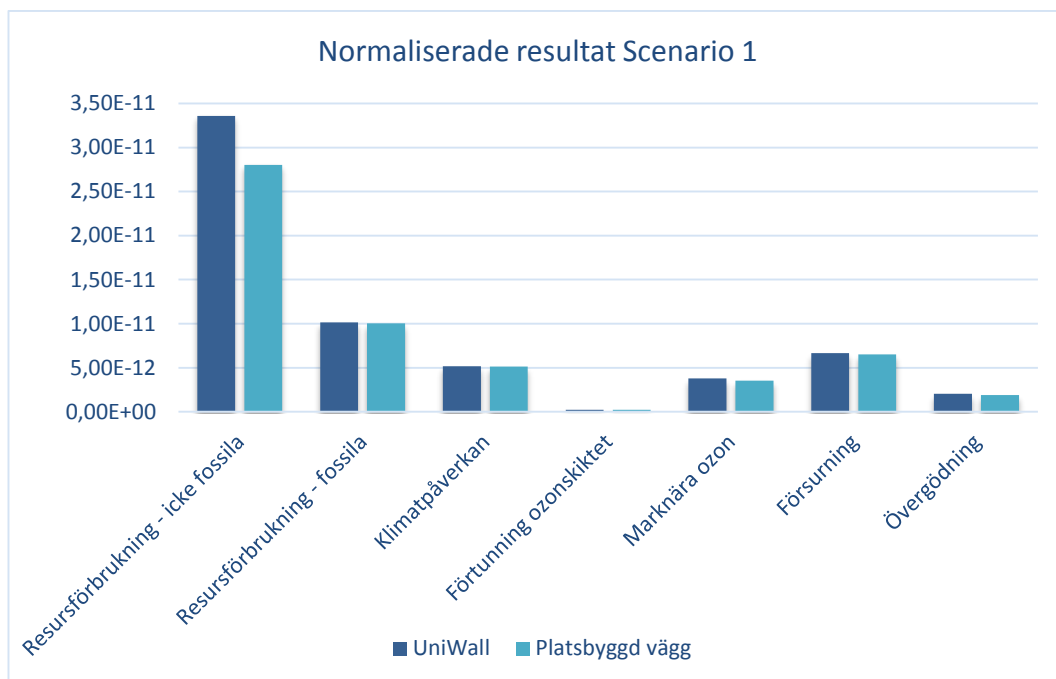
De huvudsakliga materialen, gipsskivor och stål ger den största miljöpåverkan och används i något större mängd för tillverkningen av den platsbyggda väggen.

Tillverkningen av systemväggen kräver däremot större energimängder vid Moelvans fabrik jämfört med vad som används vid lagerhållningen av material, samt uppsättning av den platsbyggda väggen.



Figur 10: Jämförelse av miljöpåverkan från väggarnas livscyklar, scenario 1

Vid normalisering av resultaten framgår att miljöpåverkan inom kategorin resursförbrukning av icke fossila resurser är förhållandevis stor jämfört med övriga kategorier. Påverkan inom denna kategori härstammar för båda väggtyperna primärt från användningen av metaller till stålstommar. Kategorier inom vilka miljöpåverkan för undersökta produkter är av mindre betydelse utgörs av förtunning av ozonskiktet samt övergödning.



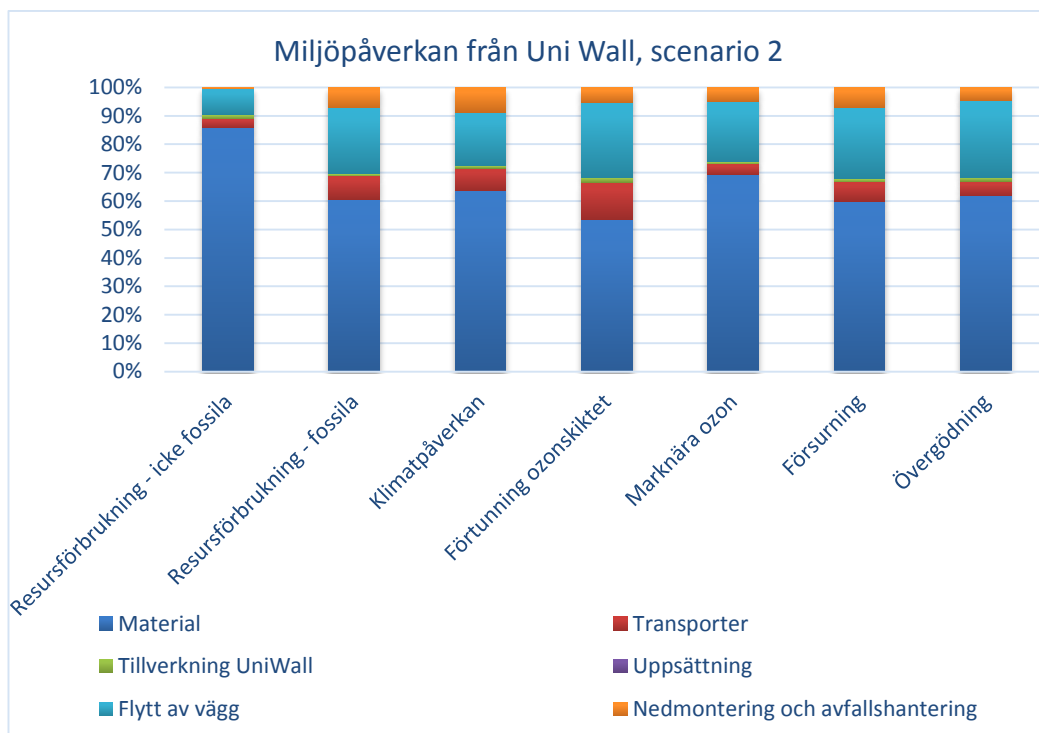
Figur 11: Jämförelse av miljöpåverkan från väggarnas livscyklar, normaliserade värden, scenario 1

6.2 Scenario 2

Scenario 2 motsvarar att båda väggarna behöver flyttas vid fem tillfällen under referenslivslängden, 60 år. Miljöpåverkan inom undersökta kategorier redovisas uppdelad på sex livscyklfaser – material, transporter, tillverkning av vägg/hantering av komponenter, uppsättning, flytt av vägg, nedmontering samt avfallshantering.

6.2.1 Systemvägg

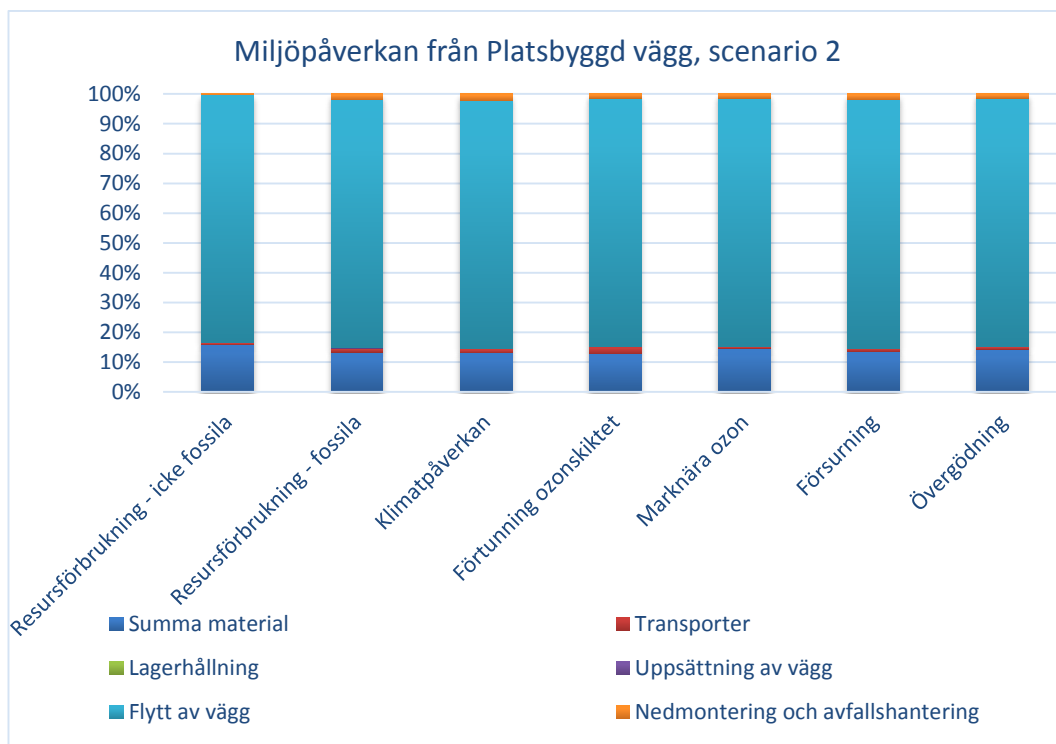
Vid scenario 2 flyttas väggen fem gånger under sin livscykel. Detta innebär att väggen målas samt att tätningsslisten byts ut vid varje flytt. I posten "flytt av vägg" i tabellen nedan räknas både tillverkningen och transporterna av materialen som används vid flytten. Miljöpåverkan från livscykeln vid scenario 2 är mellan 7 % och 30 % högre jämfört med scenario 1, beroende på vilken miljöpåverkanskategori som avses. Proportionen mellan miljöpåverkan inom resterande livscyklfaser förblir oförändrad jämfört med scenario 1.



Figur 12: Miljöpåverkan från systemväggens livscykel i scenario 2

6.2.2 Platsbyggd vägg

Eftersom inga material återanvänds vid flytten av den platsbyggda väggen, medför en omplacering av väggen att en ny vägg behöver byggas upp och att allt material från den uppsatta väggen går till avfallshantering. Posten "flytt av vägg" i diagrammet nedan medför därmed fem gånger större påverkan jämfört med den sammanlagda påverkan från övriga delar av livscykeln inom alla undersökta kategorier.



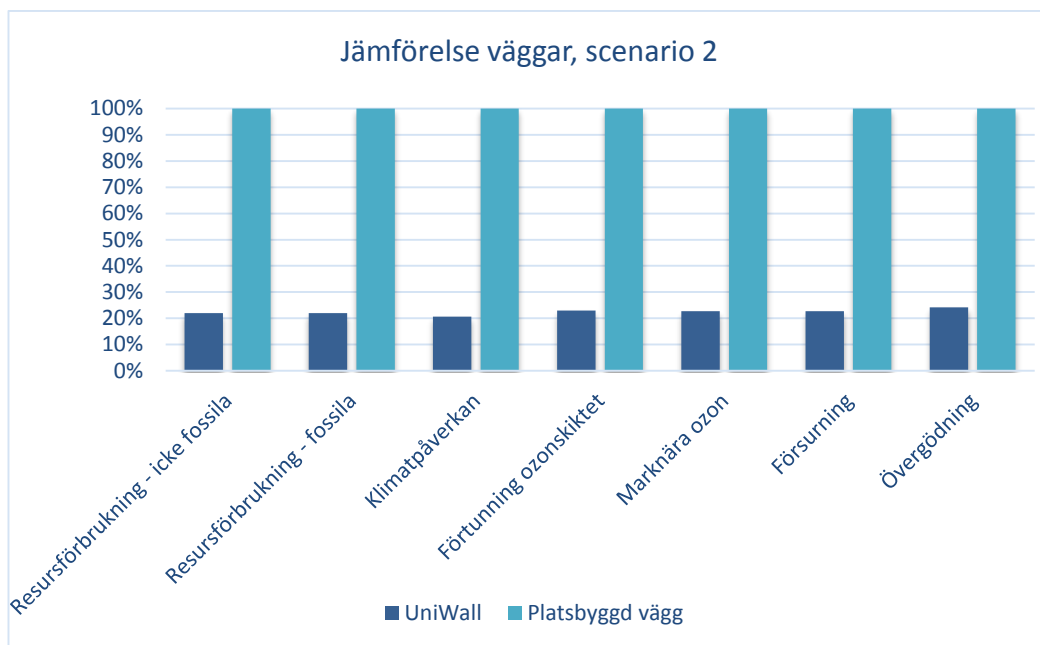
Figur 13: Miljöpåverkan från den platsbyggda väggens livscykel i scenario 2

6.2.3 Jämförelse

I en jämförelse av miljöpåverkan från undersökta väggar i scenario 2 finns en distinkt skillnad till fördel för systemväggen. Den platsbyggda väggen visar på betydligt högre miljöpåverkan inom alla undersökta kategorier.

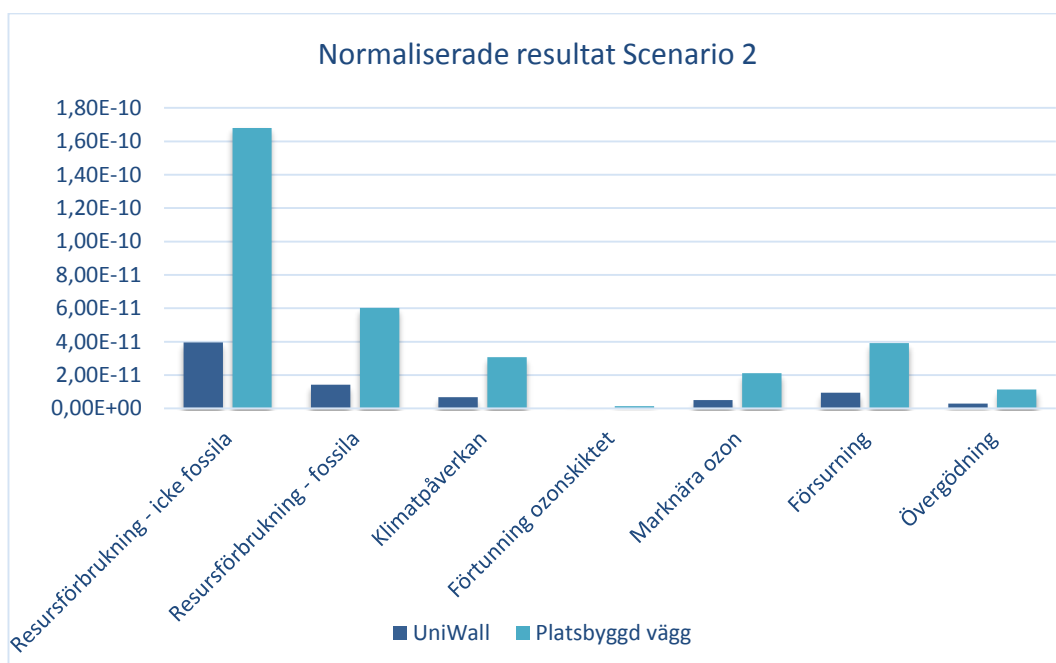
Denna jämförelse visar tydligt hur möjligheten att återanvända materialen i systemväggen ger miljöfördelar. I samband med flytt av vägg kan 99 % av materialen i systemväggen återanvändas, medans 100 % av materialen i den platsbyggda väggen byts ut.

Skillnaden i miljöpåverkan mellan den platsbyggda väggen och systemväggen styrs tydligt av antalet platsbyten under byggnadens livslängd.



Figur 14: Jämförelse av miljöpåverkan från väggarnas livscyklar, scenario 2

De normaliserade resultaten för scenario 2 indikerar liksom vid scenario 1 att den miljöpåverkanskategori som medför störst belastning i förhållande till genomsnittliga utsläpp i Europa utgörs av resursförbrukning av icke fossila ämnen.



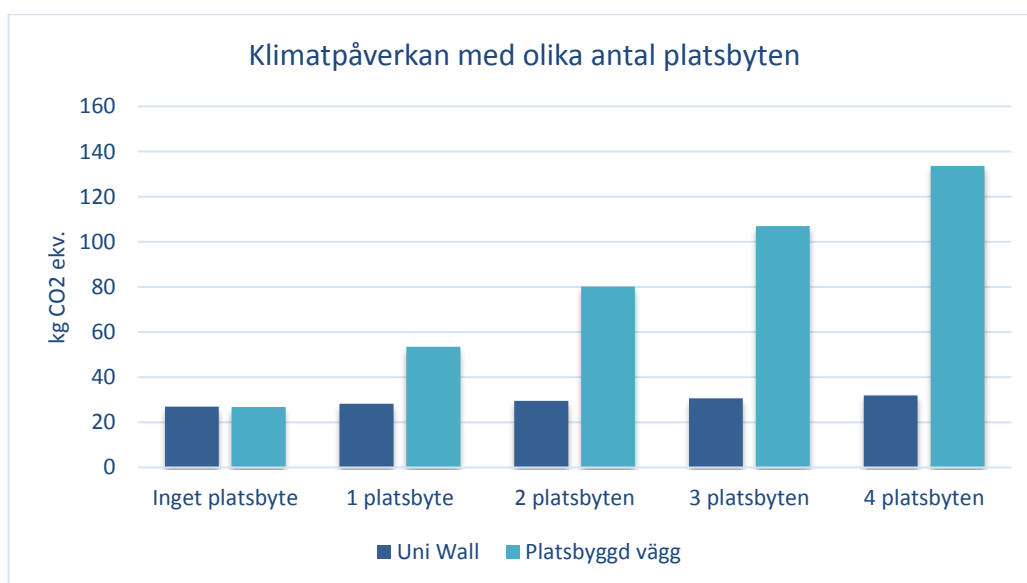
Figur 15: Jämförelse av miljöpåverkan från väggarnas livscyklar, normaliserade värden, scenario 2

6.3 Känslighetsanalys

I känslighetsanalysen undersöks antaganden som gjorts i denna studie, och dess eventuella påverkan på studiens resultat.

6.3.1 Antal platsbyten

Studien visade att platsbytet har en mycket stor betydelse för den platsbyggda väggens livscykel. En känslighetsanalys har gjorts för att visa närmare hur miljöpåverkan varierar med olika antal platsbyten. För att enkelt visualisera förändringen i miljöpåverkan visas endast kategorin klimatpåverkan i detta exempel. Trenden kan dock likaväl appliceras på övriga undersökta kategorier.



Figur 16: Förändringen i klimatpåverkan vid olika antal platsbyten.

Känslighetsanalysen visar att skillnaden mellan systemväggen och den platsbyggda väggen blir tydlig redan vid ett platsbyte. Utsläppen per platsbyte utgör ca 1,2 kg CO₂ för systemväggen och 26,7 kg för den platsbyggda väggen. Vid varje flytt medför användningen av en systemvägg en besparing på 25 kg CO₂ jämfört med om man skulle använda en platsbyggd vägg. Ju fler platsbyten som sedan sker under väggens livscykel desto större blir skillnaden mellan påverkan från de två väggarna. Klimatpåverkan från systemväggen ökar något med varje flytt, men ökningen är i princip försumbar jämfört med den platsbyggda väggens ökning. Därvid kan följande slutsats dras. Ifall det under väggens livstid kommer att krävas minst en renovering där väggen behöver flyttas, skulle användandet av systemväggen Uni Wall generellt sett medföra lägre miljöpåverkan.

I rapporten har en livslängd på 60 år använts som grundantagande. I praktiken är det sällan utformningen av interiören i en byggnad förblir oförändrad under hela den perioden. Moelven Modus erfarenhet är att mindre anpassningar görs redan efter 2 till 5 år och större ändringar efter 10 till 15 år. I verkligheten är det därmed troligt att väggflyttar kan

ske betydligt fler än 5 gånger under den antagna referenslivslängden på 60 år. En ytterligare ökning i antalet flyttar skulle endast öka fördelarna för systemväggen ännu mer och bedömdes därmed inte nödvändig att utreda vidare i denna studie.

6.3.2 Deponering som avfallshantering istället för sortering

Avfallshanteringsscenariot för denna studie har en optimistisk utgångspunkt, där i princip alla material som kan återvinnas återvinns. I verkligheten är det sannolikt att en större andel material går till deponering, särskilt de minerogena materialen såsom gips och isolering. För att undersöka hur mycket antagandet om hög återvinningsandel har påverkat studiens resultat har en känslighetsanalys genomförts där allt avfall förutom stålreglar och förpackningar går till deponering.

Känslighetsanalysen visar att skillnaden i miljöpåverkan från själva avfallshanteringen skulle öka med mellan 11 % och 48 % för undersökta kategorier förutom för klimatpåverkan, där deponeringen skulle medföra en minskning av utsläpp med 4 % för systemväggen och 2 % för den platsbyggda väggen. Minskningen i klimatpåverkan vid deponering beror på att material som gick till förbränning i ursprungsscenariot för avfallshantering i mindre utsträckning bidrar till klimatpåverkande utsläpp när de deponeras.

Tabell 15: Förändring i miljöpåverkan från avfallshanteringsfasen ifall merparten av materialen deponeras

Miljöpåverkanskategori	Systemvägg		Platsbyggd vägg	
	Nedmontering och avfallshantering med återvinning	Nedmontering och avfallshantering med deponi	Nedmontering och avfallshantering med återvinning	Nedmontering och avfallshantering med deponi
Resursförbrukning - icke fossila	9,60E-07	1,42E-06	1,08E-06	1,59E-06
Resursförbrukning - fossila	33,50	40,46	38,99	46,94
Klimatpåverkan	2,87	2,76	3,62	3,55
Förtunning ozonskiktet	1,66E-07	2,48E-07	1,93E-07	2,87E-07
Marknära ozon	4,15E-04	4,80E-04	4,90E-04	5,57E-04
Försurning	1,07E-02	1,25E-02	1,26E-02	1,45E-02
Övergödning	2,39E-03	2,78E-03	2,90E-03	3,22E-03

Eftersom påverkan från avfallshanteringen är mycket liten i förhållande till materialtillverkningen medför denna skillnad totalt sett endast 1-2 % variation i miljöpåverkan för hela livscykeln för de båda produkterna. Därmed bedöms inte det antagna avfallshanteringsscenariot i denna studie påverka resultaten i någon betydande omfattning.

6.3.3 Utsläppen av biogen koldioxid från trädbränslen inkluderas i klimatpåverkansbedömningen

I metoden som använts för bedömning av klimatpåverkan har utsläpp av koldioxid som härstammar från biogena (icke-fossila) källor inte räknats med (förutom för träsockeln). Förbränning av trädbränslen sker bland annat i samband med fjärrvärmeproduktion i denna studie. Nedan beskrivs hur en inkludering av utsläpp av biogen koldioxid skulle påverka studiens resultat.

Tabell 16: Skillnad vid inkludering av utsläpp av biogen koldioxid

Parameter	Systemvägg	Platsbyggd vägg
Klimatpåverkan utan biogent CO ₂	26,92	26,74
Klimatpåverkan inklusive biogent CO ₂	29,10	28,47
Procentuell ökning med inkludering av biogena utsläpp	7%	6%

Tabellen ovan visar att totala klimatpåverkan från väggarnas livscyklar skulle öka med 7 % respektive 6 % för systemväggen och den platsbyggda väggen ifall utsläpp av biogen koldioxid hade inkluderats i analysen.

7 Diskussion och slutsatser

Denna studie visar tydligt på hur stor miljövinst som finns vid återanvändning av material. Materialen utgör det största bidraget till miljöpåverkan från väggarnas livscyklar och är av mycket större betydelse jämfört med bygg-, transport eller avfallshanteringsfaserna.

Vid intervjuer med byggtreprenörer framgick att det teoretiskt sett är möjligt att återanvända vissa delar av den platsbyggda väggen i samband med rivning och flytt, men att det inte lönar sig ekonomiskt, då arbetstiden kostar mer än materialen. Därför gör man det i regel inte. Skulle miljöfördelarna med återanvändningen vägas mot de ekonomiska kostnaderna, och man återanvände delar som isolering och stålreglar, skulle miljöpåverkan från den platsbyggda väggen minska.

Resultaten från analysen vid Scenario 1 visade att det inte skiljer så mycket på miljöpåverkan mellan undersökta väggar så länge de står kvar på samma plats under hela livscykeln. Det går generellt sett åt lite mer material vid användningen av den platsbyggda väggen, men eftersom det går åt mer energi vid tillverkningen av systemväggen, jämfört med motsvarande livscykelfas för den platsbyggda väggen, blir miljöpåverkan totalt sett relativt lika.

Resultaten från analysen av Scenario 2, där väggen flyttas 5 gånger under sin referenslivslängd på 60 år, visar att miljöpåverkan från systemväggen är betydligt lägre jämfört med den platsbyggda väggen. Redan vid första flytten, som teoretiskt skulle ske efter ca 10 år blir miljöfördelarna för systemväggen, tack vare möjligheten att återanvända materialen vid flytt, tydliga.

De huvudsakliga slutsatserna kan sammanfattas i följande punkter:

- Materialsammansättning, materialmängder samt spillmängder vid produktion är relativt lika för de två undersökta väggarna.
- Största delen av miljöpåverkan från väggarnas livscyklar härstammar från tillverkningen av material och komponenter.
- Ifall väggarna inte flyttas någon gång under sin referenslivslängd på 60 år medför deras livscyklar relativt lika miljöpåverkan.
- Om väggarna någon gång under sin referenslivslängd på 60 år behöver flyttas, kommer användningen av en systemvägg att medföra lägre miljöpåverkan inom alla undersökta kategorier.
- Vid flytt av väggarna kan 99 % av systemväggen återanvändas, medan 100 % av den platsbyggda väggen i vanliga fall byts ut mot nya material.

7.1 Osäkerheter

I denna studie valdes att fokusera på skillnaderna mellan de två väggtyperna, vilka i första hand består av hur och när komponenterna byggs ihop till en vägg. Det är möjligt att den platsbyggda väggen skulle byggas med exakt samma material som systemväggen, men det finns förstås alternativa material på marknaden som likväl kan användas. Eftersom materialen hade mycket stort utslag på studiens resultat vid scenario 1, hade ett särskilt val av byggmaterial med hög miljöprestanda kunnat påverka resultaten för den platsbyggda väggen positivt. Oavsett materialval skulle resultaten vid scenario 2 med största sannolikhet fortfarande vara till fördel för systemväggen.

I avfallsscenariot för denna studie har en optimistisk utgångspunkt antagits där en stor andel av materialen går till återvinning. I verkligheten är det möjligt att en större andel av de minerogena materialen (framförallt gips och glasull) skulle gå till deponering. Genomförd känslighetsanalys visar att en ökad deponering av avfallet inte hade haft någon nämnvärd påverkan på studiens utfall.

Mängden färg som används vid målning av den platsbyggda väggen kan variera beroende av vilken färg som används samt vilken metod man använder vid målandet (sprutmålning eller roller). Vid inventeringen framkom olika uppgifter, och ett genomsnitt av dessa användes. Med hänsyn till studiens resultat kan konstateras att en ökning eller minskning i färgmängden för den platsbyggda väggen inte skulle påverka resultaten i någon nämnvärd omfattning.

7.2 Diskussion kring avgränsade moment

Limmet som har uteslutits från denna studie används uppskattningsvis i lite större andel till systemväggen jämfört med den platsbyggda väggen. Eftersom mängderna i förhållande till övriga komponenter är så pass små, och limmet till största del består av ämnen som generellt sett medför låg miljöpåverkan bedöms exkluderingen av limmet inte ha någon nämnvärt påverkan på studiens resultat.

I övrigt har endast flöden som antas vara likvärdiga för båda produkterna avgränsats i denna studie. Därmed påverkas inte jämförelsen av miljöpåverkan från dessa de två väggsorterna av dem. Om dessa avgränsningar inte hade gjorts hade den totala miljöpåverkan från båda väggars livscyklar varit något högre.

Tids eller kostnadsaspekter har inte berörts i denna studie. Det tar betydligt längre tid att byta plats för en platsbyggd vägg, både med hänsyn till rivningen och till uppbyggnaden av den nya väggen. Ifall kostnadsaspekten vid flytten hade lyfts in i jämförelsen skulle systemväggens fördelar vid scenario 2 ytterligare förstärkts.

8 Referensförteckning

EPD för Uni Wall partition system 98/122 mm dp, rapportnummer: LCA-report Sweco 2014-1.

SS-EN ISO 14040:2006. *Miljöledning – Livscykelanalys – Principer och struktur*. Swedish Standards Institute (SIS förlag AB): Stockholm, Sweden

IVL Svenska Miljöinstitutet, 2015. *Byggandets klimatpåverkan - Sammanfattning för beslutsfattare*. Rapportnummer: B2217-P
<http://www.ivl.se/download/18.41ba7c1514a956c967dcb4/1423832084455/B2217-P.pdf>

Herman Miller Healthcare, 2008. Research summary: *A Life Cycle Assessment: Comparing Fixed and Modular Structures*

Ji-yeon Park, Chang-u Chae, Sung-hee Kim, 2014. *A Comparative study of housing life-cycle carbon emissions* for the characteristics of structural materials

Doyoon Kim, 2008. *Preliminary life cycle analysis of modular and conventional housing in Benton Harbor, Michigan*

SS-EN ISO 14044:2006. *Miljöledning – Livscykelanalys – Krav och vägledning*. Swedish Standards Institute (SIS förlag AB): Stockholm, Sweden

EPD-Norge, 2014. *General programme instructions for The Norwegian EPD programme*.

[4] SIS-CEN/TR 15941:2012. Sustainability for construction works – Environmental product declarations – Methodology and data for generic data. ICS: 91.010.99

SS-EN 15804:2012+A1:2013. *Hållbarhet hos byggnadsverk – Miljödeklarationer – Produktspecifika regler*.

EPD för isolering: Glava Glass Wool, utfärdad januari 2013. Deklarationens ägare: Glava AS. Deklarationsnummer: NEPD NO: 221N ver 2. Programoperatör: Norwegian EPD foundation.

EPD för glasfiberduk: Vitruvan Textile Glass, Wall and ceiling coverings made of glass yarns, utfärdad oktober 2010. Deklarationens ägare: Vitruvan Textile Glass GmbH. Deklarationsnummer: EPD-VIT-2010111-E. Programoperatör: Institute Construction and Environment e.v. (IBU)

EPD för målad furulist: Barkevik Bruk AS, utfärdad december 2013. Deklarationens ägare: Barkevik Bruk AS. Deklarationsnummer: NEPD NO: 00232N. Programoperatör: Norwegian EPD foundation.